Lith. 59 $\frac{my}{8}$ - 2,3 Bischof.

Lehrbuch

der

chemischen und physikalischen Geologie

von

Dr. Gustav Bischof,

Königl. Preussischem Geheimen Bergrathe, o. ö. Professor der Chemie und Technologie an der Universität zu Bonn, Ritter des rothen Adlerordens dritter Classe mit der Schleife und mehrerer in- und ausländischer Academieen und gelehrten Gesellschaften Mitgliede oder Correspondenten.

Zweiten Bandes dritte Abtheilung.

Mit einer lithographirten Tafel.

Bonn,

bei Adolph Marcus.

1855.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Kapitel V.

Das Steinsalz.

Steinsalz kommt in allen sedimentären Gesteinen vom Uebergangsgebirge bis zu den tertiären Formationen *) und in der Regel in Begleitung mit Gyps, besonders mit Anhydrit vor.

Geologen vom ersten Range aus der plutonischen Schule haben das Steinsalz in manchen seiner Fundorte als eine in Spalten aufgestiegene Masse betrachtet. Das Vorkommen desselben bei *Bex* schien sehr zu Gunsten dieser Ansicht zu sprechen. Eine Spalte im Anhydrit, 30 bis 40 Fuſs mächtig, parallel den ziemlich senkrecht fallenden Schichten, ist von Bruchstücken von Anhydrit, dichtem Kieselkalk und vielem Anhydritsand ausgefüllt. Alles dieses ist durch Steinsalz in eine sehr feste Masse, die gar keine Drusen enthält, zusammengekittet. Das Salz ist oft von groſser Reinheit und Durchsichtigkeit und völlig wasserfrei. Beim Sieden giebt es fast gar keine Mutterlauge. Nur durch Annahme einer Sublimation von Natrium und Chlor soll sich das Vorkommen dieses Salzes erklären lassen **).

v. Charpentier nennt dieses Vorkommen eine Salzstein-Schicht oder richtiger einen Salzstein-Gang. Was hindert aber anzunehmen, dieses Steinsalz sei ursprünglich eben

*) *Ruſsland* bietet ausgezeichnete Beispiele für das Vorkommen des Steinsalzes in allen sedimentären Formationen dar. Murchison u. s. w. the Geology of Russia V. I. P. 145.

**) v. Charpentier in Poggend. Ann. Bd. III. S. 75.

so horizontal gelegen, wie die übrigen Schichten des Gebirges, und mit diesen aufgerichtet worden? Die feste Beschaffenheit der ganzen Masse und die Abwesenheit von Drusen dürften sich aus dem Drucke bei dieser Aufrichtung erklären. Die grofse Reinheit und Durchsichtigkeit dieses Salzes ist eben so wenig ein Beweis für seine Bildung durch Sublimation, da, wie wir sehen werden, alles Steinsalz sehr rein ist. Was den wasserfreien Zustand des Steinsalzes von *Bex* betrifft, so ist bekannt, dafs das meiste, unbezweifelt auf nassem Wege entstandene Steinsalz beim Erhitzen nicht knistert, also kein mechanisch eingeschlossenes Wasser enthält. Mit Entfernung der Mutterlauge durch den Druck der aufgelagerten Schichten ist auch das Wasser ausgequetscht worden.

Was die vorausgesetzte Sublimation des Kochsalzes betrifft, so beziehen wir uns auf Bd. II. S. 220. Die Verdampfungs-Hitze des Kochsalzes ist sehr hoch. Die Oefen, in welchen das Steingut mittelst Kochsalz glasirt wird, müssen bis zur Weifsglühhitze erhitzt werden, um das Kochsalz zu verflüchtigen. Was geschicht aber hier? — Die Thonmasse der Geschirre und das Kochsalz zersetzen sich; die Oberfläche wird verglast, Salzsäure und Chloreisen verflüchtigen sich. Hätte nicht zu *Bex* dasselbe stattfinden müssen? — Die ungeheure Menge des sublimirenden Kochsalzes hätte die Seitenwände der Spalte und die darin befindlichen Bruchstücke von Anhydrit bis zur Verdampfungshitze des Kochsalzes erhitzen müssen. Die Seitenwände, die Bruchstücke und besonders der Kieselkalk hätten auf ihrer Oberfläche eine Verglasung zeigen müssen. An höheren Stellen des Gesteins hätten sich in Folge der entweichenden Salzsäure Zersetzungen und Sublimate von Chloreisen zeigen müssen. Von allen diesen Erscheinungen berichtet aber v. Charpentier nichts. Die supponirte Sublimation des Kochsalzes in jener sogenannten Spalte ist daher eine unhaltbare Hypothese.

Wir müssen sogar bezweifeln, dafs sich das fast reine Kochsalz, womit Leop. v. Buch und Gay-Lussac *) im Jahre 1805 die Spalten im Krater des *Vesuv* dick bedeckt

*) Ebend. S. 79.

fanden, und aus denen heifse Dämpfe aufstiegen, wirklich als solches sublimirt hatte.

Exhalationen von Salzsäuregas aus dem *Vesuv* finden statt. Nach Monticelli und Covelli *) entwickete es sich in allen Epochen der Eruptionen des *Vesuv* im October 1822. Es bildet sich, wenn unter Zutritt von Wasserdämpfen Kochsalz und Sand bis zum Glühen, oder wenn Chlormagnesium nur mäfsig erhitzt wird. Diese Salze sind im Meerwasser enthalten und können daher leicht mit demselben in den Heerd des Vulkan dringen. Die Laven enthalten Kali- und Natronsilicate; kommt Salzsäure mit ihnen in Berührung: so bilden sich Chlorkalium und Chlornatrium, welche durch Efflorescenz auf die Oberfläche kommen. Ob das von Gay-Lussac untersuchte Salz frei von Chlorkalium war, ist nicht bekannt. Das im Jahr 1822 in ungeheurer Menge vom *Vesuv* ausgeworfene Salz wurde von Laugier (I) **), das auf Lava befindliche von der Eruption am 5. Febr. 1850 wurde von mir analysirt (II). Scacchi fand im *Vesuv* unter den Bildungen der Gasexhalationen von 1850 ein Salz von der Zusammensetzung III. ***)

	I	II	III
Chlornatrium	62,9	46,16	62,45
Chlorkalium	10,5	53,84	37,55
Schwefelsaurer Kalk . . .	0,5	—	—
Schwefelsaures Natron . .	1,2	Spur	—
Kieselsäure	11,5	—	—
Eisenoxyd	4,3	—	—
Thonerde	3,5	—	—
Kalkerde	1,3	—	—
Wasser und Verlust . . .	3,7	—	—
	99,4	100,00 †)	100,00

*) Der Vesuv. Deutsche Uebersetzung S. 172.

**) Poggend. Ann. a. a. O. S. 79.

***) Annal. des mines (4) T. XVII. P. 323.

†) Beim Austrocknen in der Siedhitze gab dieses Salz, welches eine meist unkrystallinische Masse bildete, sehr viel Wasser.

Solche an Chlorkalium so reiche Massen können weder vom Meerwasser *), noch von Steinsalz, noch von irgend einem bekannten Vorkommen des Kochsalzes herrühren. Das Salz (I) konnte aber sehr wohl von salzsauren Dämpfen, welche Lava zersetzt hatten, erzeugt worden sein. Es ist gewifs nicht als ein Sublimat, sondern, wie die Rapilli, vulkanische Asche u. s. w., mechanisch ausgeschleudert worden, wofür auch die beigemengten feuerbeständigen Gemengtheile sprechen. Ob das Salz II auf die Weise entstanden ist, müssen wir dahin gestellt lassen; das Salz III scheint aber durch Exhalationen von Salzsäuregas gebildet worden zu sein.

Die Hypothese der eruptiven Bildung des Steinsalzes schien seit längerer Zeit in den Hintergrund getreten zu sein; in den letzten Jahren trat sie aber mit neuer Keckheit wieder auf **).

Beim nachherigen Glühen zeigte sich nur ein Gewichtsverlust von 0,13 Proc., wobei sich ein Salz, wahrscheinlich Salmiak, sublimirte. Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd fehlten gänzlich.

*) Im Meerwasser ist die Menge des Chlorkalium durchschnittlich nur $\frac{1}{10}$ von der des Chlornatrium.

**) C. J. B. Karsten in dessen Archiv Bd. XXII. S. 554 — Zeuschner (Naturwissenschaftliche Abhandlungen von Haidinger Bd. III. S. 171) hält das tertiäre Steinsalz am nördlichen Abhange der Karpathen für einen Niederschlag aus dem Meere, dagegen soll das der *Salzburger* Alpen in Stöcken oder in Gängen im rothen Marmor auftreten und begleitet sein von Schlammausbrüchen, welche aus Mergelthon, Chlornatrium und Anhydrit bestanden haben. In diesen Gebilden kommen nicht die organischen Reste in den Karpathen vor.

Das Steinsalz von *Wieliczka* und das der *Salzburger* Alpen sind sich chemisch so identisch und von dem oben angeführten Salze, welches vom Vesuv ausgeworfen und auf dessen Laven gefunden wurde, so verschieden, dafs es in der That ein grofses Wagestück ist, das Gleichartige einem verschiedenen und das Ungleichartige einem gleichen Ursprung zuschreiben zu wollen. Noch nie hat man in einem Steinsalze andere Bestandtheile als im Meerwasser gefunden; von chemischer Seite ist daher der Ansicht, dafs alles Steinsalz ein Absatz aus demselben sei, nicht das Mindeste entgegen zu setzen. Um so wahrscheinlicher wird diese Ansicht, wenn man sieht, dafs das Salz,

Nicol fand im Steinsalz von *Cheshire* viele sehr kleine unregelmäfsige Höhlungen, welche mit einer Flüssigkeit gefüllt waren, und einige von ihnen enthielten auch ein Luftbläschen *). Die Flüssigkeit erschien als eine concentrirte Lösung von Chlormagnesium mit etwas Chlorcalcium **).

In der Regel ist das Steinsalz frei von organischen Ueberresten. Marcel de Serres und Joly haben jedoch im rothen Steinsalze von *Cardona* Reste von Infusorien gefunden, von denen sie sogar seine rothe oder grüne Farbe abzuleiten geneigt sind ***). Rendschmidt †) entdeckte im Steinsalze von *Wieliczka* viele kleine braune Käfer, Philippi wies in ihm Polythalamien, Muscheln und Schnecken nach. Göppert und Unger ††) fanden darin fossile vegetabilische Ueberreste, und die salzigen Theile waren in Braunkohle umgewandelt. In dem dortigen Salzthon sind Ueberreste von Conchylien schon längst bekannt, und neuerdings entdeckte Reufs darin über 150 Species von Polythala-

welches wirklich ein Product einer vulkanischen Thätigkeit ist, in seiner Zusammensetzung so ganz verschieden ist von demjenigen, von welchem man dieselbe Entstehung träumt. Will man salzhaltige Lager für Schlammausbrüche halten, so könnte man, wenn es beliebt, jeden Absatz der Flüsse gleichfalls für einen solchen halten. Aus solchen Fictionen kann die Wissenschaft keinen Nutzen ziehen. Niemand kann erwarten, in einer secundären Formation dieselben organischen Reste als in einer tertiären zu finden. Organische Ueberreste in einem Gesteine sind gewifs unzweifelhafte Kennzeichen seines sedimentären Ursprungs; wie vielen Gesteinen müfste man aber diesen Ursprung absprechen, wenn in denselben keine organischen Ueberreste angetroffen werden?

*) Diese Steinsalzlager finden sich im Sandstein und rothen Mergel. Lyell Princ. P. 249. Flüssigkeiten und Luftbläschen sind ebenso entschiedene Kennzeichen sedimentärer Bildungen, als organische Ueberreste.

**) Edinb. new philos. Journ. V. VII. P. 111.

***) Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1841. S. 263. und l'Institut 1842. P. 267.

†) Jahrbuch für Mineralogie 1839. S. 630.

††) Ebend. 1853. S. 382.

mien *). Im Salzthon von *Cardona* fand Marcel de Serres und in dem aus den Alpen fand Schafhäutl Infusorien **). Dafs kleine Thierchen den Salzquellen eigenthümlich sind, ist bekannt. Murchison ***) fand Myriaden von solchen Thierchen in munterer Bewegung in einem natürlichen Salzpfuhl, der mit Salz so geschwängert war, dafs der menschliche Körper nur schwierig darin untersank. Die so häufig bituminöse Beschaffenheit des Steinsalzes und Salzthons scheint von Steinöl herzurühren. Fossiles Holz hat man im Steinsalz von *Ischl* und von *Ilezkaja Saschtschita* in *Algerien* gefunden.

Kann nach diesen Thatsachen noch an eine plutonische Bildung des Steinsalzes gedacht werden? — Wie wäre eine solche Bildung möglich, wenn es, wie im Salzthon, mit einer sedimentären Bildung in innigem Gemenge vorkommt? Das so genannte Knistersalz von *Wieliczka*, welches beim Erhitzen und beim Auflösen im Wasser decrepitirt, verdankt diese Eigenschaft einem Gehalte stark comprimirten Kohlenwasserstoffgases (Kap. VI. unten). Könnte sich dieses Gas, könnte sich Bitumen, könnten sich noch deutlich erkennbare organische Ueberreste darin erhalten haben, wenn es als eruptive Masse oder als Sublimat aufgestiegen wäre? †).

Keine Vermuthung liegt näher, als dafs das Steinsalz ein unmittelbarer Absatz aus dem Meerwasser sei, dessen

*) Ebend. 1843. S. 568 und Sitzungsberichte der Wiener Acad. Bd. II. 1848. S. 173.

**) Annal. der Chemie und Pharmacie Bd. LI. 1844. S. 261.

***) A. a. O. V. I. P. 185.

†) Ohne Schwierigkeit ist dagegen zu denken, dafs das aus einer wässerigen Auflösung krystallisirende Steinsalz Kohlenwasserstoffgas aufnehmen konnte, wenn der umgebende Raum damit erfüllt war. Das Vorkommen dieses Gases in Steinsalzgruben und Soolschächten ist keineswegs eine Seltenheit. Gleichwohl bleibt die Aufnahme dieses brennbaren Gases vom krystallisirenden Steinsalze eine merkwürdige Erscheinung, welche sich wahrscheinlich der bedeutenden Absorption der Gase durch Kohle etc. anreiht.

Hauptbestandtheil Chlornatrium ist *). Durch die folgen-

*) v. Alberti (Halurgische Geologie Bd. II. S. 264) nimmt an, dafs der Gyps und das Steinsalz aus dem Wasser stammen, und dafs dieselben in die Trias durch Hebung stockförmiger, nicht feuerflüssiger Massen gekommen seien. In der Tiefe zwischen dem innern Erdkerne und der Erdrinde sollen ungeheure hohle Räume vorhanden sein, welche theils mit Seen, Flüssen und Quellen, theils mit dem Meer in Verbindung stehen und mit Flüssigkeiten erfüllt sein sollen. Durch die beträchtliche Wärme-Entwicklung in Folge chemischer Verbindungen und Zersetzungen, und durch Verdunstung und Zersetzung des Wassers sollen jene Flüssigkeiten allmälig in einen breiartigen Zustand übergegangen sein, und dieser Brei soll die Trias mit Gyps und Steinsalz erfüllt haben.

Hypothesen, die keine andere Basis als die Einbildungskraft ihrer Autoren haben, und gegen chemische und physikalische Gesetze anstossen, können kein Gegenstand der Widerlegung sein. Wir würden jene unhaltbare Hypothese ganz unberührt gelassen haben, wenn sie nicht von einem verdienstvollen Geologen herrührte, der, als Verwalter einer Saline, Gelegenheit hatte, die Lagerungsverhältnisse der Steinsalz-Formationen sehr gründlich zu studiren. Alberti giebt Profile von den Salzniederlagen bei *Ischl* und *Aussee* (S. 227). In dem einen bildet der Salzthon (*Haselgebirge*) einen Stock, der, so weit er nach der Tiefe hin bekannt ist, von einem wasserdichten Thon (*Lebergebirge*) umgeben und von Kalkstein eingeschlossen ist. Ist dieser Salzthon-Stock durch Ausfüllung von unten oder von oben entstanden: so mufs der leere Raum vor der Ausfüllung existirt haben; einer breiartigen Masse wird man nicht zumuthen wollen, dafs sie das Kalkgebirge gesprengt und sich Bahn gebrochen habe. Obgleich zu begreifen wäre, wie eine Schlucht im sedimentären Gesteine auf dem Grunde des Meeres nach und nach mit einem theils chemischen Absatze aus Steinsalz und Gyps, theils mit einem mechanischen aus Thon ausgefüllt werden konnte: so ist doch nicht zu denken, wie sich während der langen Periode, die zur Ausfüllung einer von unten nach oben sich verengenden Vertiefung erforderlich war, der überhängende Kalkstein hätte erhalten können.

In dem zweiten der oben angeführten Profile erscheint der Salzthon als ein Lager zwischen den Kalkstein-Schichten. Abstrahirt man von der unhaltbaren Annahme, dafs dieser Salzthon später zwischen die Kalkstein-Schichten eingeschoben wor-

den Analysen erhält diese Vermuthung nur weitere Begründung.

den sei: so scheint keine andere Erklärung übrig zu bleiben, als dafs nach dem Absatze des Kalksteins, welcher das Liegende des Salzthons bildet, dieser abgesetzt worden sei, und dafs der Kalkstein, der das Hangende des Salzthons bildet, eine später wiederholte sedimentäre Bildung sei.

Gegen die Ansicht von Schafhäutl (Gelehrte Anzeigen der baierschen Acad. der Wissenchaften XVIII. No. 103 1844), dafs die Verrückung und Zerstücklung der Salz- und Gyps-Absätze durch ihre spätere Wiederauflösung und namentlich des leichtlöslichen Kochsalzes bewirkt worden sei, erinnert v. Alberti, dafs der Salzthon im Salzkammergute von dem wasserdichten *Lebergebirge* umgeben sei, und dafs von einem Wegwaschen desselben, namentlich in *Berchtesgaden*, nicht die Rede sein könne, indem es seit der Bildung des Salzthons keine Veränderung erlitten haben könne.

In *Berchtesgaden* und in *Dürrenberg* bei *Hallein* scheint das Steinsalz wenig oder gar nicht von Gewässern weggewaschen worden zu sein (Bd. I. S. 166). Kann aber mit Bestimmtheit angenommen werden, dafs die jetzt bestehenden Verhältnisse seit der Bildung der dasigen Salzniederlagen immerfort dieselben geblieben seien? Hebungen und Senkungen, und als Folge davon Aufrichtung der Schichten, haben im Alpengebirge in einem sehr grofsartigen Maafsstabe statt gefunden. Salzlager, welche von wasserdichten Schichten bedeckt waren, konnten daher in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage den Gewässern ganz unzugänglich gewesen sein, denselben aber später, wenn durch ihre Aufrichtung die wasserdichte Decke an irgend einer Stelle aus einander rifs, zugänglich geworden sein. Selbst wenn diese Decke nicht alterirt worden wäre: so konnte es doch geschehen, dafs zwischen den geneigten Schichten eine Circulation der Gewässer eintrat, welche während ihrer horizontalen Lage nicht statt fand; denn der unterirdische Lauf der Quellwasser zeigt ja diese Verhältnisse ganz deutlich. Fanden die Hebungen und Senkungen statt, als die sedimentären Gesteine noch unter dem Meere sich befanden: so war es das Meerwasser, welches die Wiederauflösung des früher abgesetzten Steinsalzes bewirkte. Diefs konnte um so leichter geschehen, wenn die Hebungen schnell und mit Erdbeben begleitet erfolgten; denn in diesem Falle gingen im Meerwasser heftige Bewegungen von statten, wodurch weniger oder gar nicht concentrirtes

	I	II	III	IV	V
Chlornatrium . .	100	99,85	99,928	99,43	98,14
Chlorkalium . .	—	— *)	—	—	Spur
Chlorcalcium . .	—	Spur	—	0,25	—
Chlormagnesium	Spur	0,15	0,072	0,12	—
Schwefels. Kalk .	—	—	—	0,20	1,86
	100	100,00	100,000	100,00	100,00

Meerwasser von fernen Orten herbeigeführt und so die Wiederauflösung des Steinsalzes begünstigt werden konnte. Später konnten aber die den Gewässern zugänglich gewordenen Stellen des Salzthons durch mechanische Sedimente wieder verstopft und dadurch das rückständige Salz, nach der Erhebung des Gebirges über das Meer, bis zur Jetztzeit conservirt worden sein. Der Salzthon selbst konnte, wenn die Gewässer aus seinen oberen Lagern die salzigen Theile extrahirt hatten, Material zu neuen wasserdichten Bildungen geliefert haben, wie sich dieses in den Sinkwerken zeigt (Bd. I. S. 168).

Dafs in den Salzgebirgen auch nach dieser Erhebung noch Wegwaschungen des Steinsalzes statt gefunden haben und noch statt finden, zeigen die reichen Salzsoolen. Diese entziehen noch fortwährend bedeutende Quantitäten Salz dem Salzgebirge, wodurch Höhlungen entstehen, die, unter ihrer Last zusammenbrechend, die Zertrümmerung und Verrückung der das Steinsalz bedeckenden Schichten veranlassen.

Alles dieses sind auf chemische und physikalische Gesetze gegründete Möglichkeiten. Damit müssen wir jetzt, nach dem dermaligen Standpuncte der Wissenschaft, zufrieden sein. Weitere Untersuchungen, namentlich die weiter unten in Frage gestellten über die höchst wahrscheinliche Zunahme des Salzgehaltes im *Mittelländischen* Meere, werden hoffentlich den Schleier noch weiter lüften.

*) Vogel fand indefs in diesem Steinsalz, so wie in dem von *Hallein* und von *Hall* in *Tyrol*, Spuren von Chlorkalium. In dem letzteren so wie im Kochsalz mehrerer Salinen fand er auch Salmiak. Gilberts Annal. Bd. LXIV. S. 160 und Journ. für pract. Chemie Bd. II. S. 294.

	VI	VII	VIII	IX	X
Chlornatrium . . .	99,63	99,97	98,36	98,81	99,30
Chlorcalcium . . .	0,09	—	—	0,02	—
Chlormagnesium . .	0,28	—	—	—	—
Schwefels. Kalk . .	—	0,02	0,55	0,11	0,50
Schwefels. Natron .	—	—	0,03	—	—
Kohlens. Kalk	—	—	0,52	0,16	—
Kohlens. Magnesia .	—	—	0,13	0,15	—
Thon und Eisenoxyd	—	0,01	0,53	0,80	0,20
	100,00	100,00	100,12	100,05	100,00

	XI	XII	XIII	XIV	XV
Chlornatrium . . .	97,0	98,89	98,53	72,16	99,55
Chlorcalcium . . .	—	—	0,93	1,65	Spur
Chlormagnesium . .	—	1,11	0,54	5,57	—
Schwefels. Kalk . .	3,0	—	—	10,72	—
Schwefels. Magnesia .	—	—	—	2,06	—
Kohlens. Kalk . .	—	—	—	3,71	—
Kohlens. Magnesia .	—	—	—	2,89	0,45
Thon und Eisenoxyd	—	—	—	1,24	—
	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00

	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
Chlornatrium . . .	94,57	25,09	94,15	86,13	90,30
Chlormagnesium . .	0,97	—	1,56	5,02	—
Schwefels. Kalk . .	0,89	1,23	1,93	7,04	0,50
Schwefels. Magnesia	—	42,07	—	—	9,02
Schwefels. Natron .	—	1,57	0,82	—	—
Thonerde und Eisenoxyd . . .	1,12	0,46	—	—	0,20
Rückstand	2,23	1,37	—	—	—
Wasser	0,22	28,21	1,54	3,03	—
	100,00	100,00	100,00	101,22	100,02

I von *Wieliczka,* weifse Varietät, gab beim Austrocknen wenig Wasser *).

II von *Berchtesgaden,* faseriges.

III desgleichen, gelbe Varietät.

IV von *Hall* in *Tyrol.*

V Knistersalz von *Hallstadt* in *Oestreich.* Beim Zerreiben in einer Schale und beim Auflösen im Wasser knisterte es, unter Entwicklung vieler Gasbläschen. Die letztere Eigenschaft theilte es vollkommen mit dem bekannten Knistersalz von *Wieliczka.* Beim Austrocknen gab es viel Wasser.

VI von *Schwäbisch-Hall* **).

VII, VIII und IX von *Wilhelmsglück* bei *Schwäbisch-Hall,* nach Fehling ***) VII reines Steinsalz, VIII und IX unreines.

X von *Vic* nach Berthier †).

XI von *Djebel Melah* in *Algerien,* nach Abzug von 6,6 Kieselsäure und 0,4 Wasser.

XII, XIII und XIV von *Ouled Kebbab* in *Algerien,*

*) Die Gewässer, welche in die Steinsalzgruben zu *Wieliczka* dringen und Steinsalz auflösen, werden bekanntlich herausgepumpt und fliefsen unbenutzt in die *Weichsel.* Nach einer von J. N. Hrdina (Geschichte der Wieliczkaer Saline 1842) mitgetheilten Analyse, ist ihr Salzgehalt zusammengesetzt aus 97,95 Chlornatrium 0,54 Chlormagnesium, 0,20 schwefelsauren Kalk, 0,62 schwefelsaurer Magnesia, 0,08 Eisenoxyd und 0,62 harzigen Extractivstoff. So rein kann diese Salzlösung nicht sein, wie das zur obigen Analyse genommene Steinsalz, da dieses von einem für Mineralien-Sammlungen bestimmten, mithin ausgesuchten Exemplar herrührte. Die Zusammensetzung dieser Lösung zeigt übrigens gleichfalls die durchschnittlich grofse Reinheit des Steinsalzes von *Wieliczka.* Jene Bemerkung bezieht sich auch auf die anderen von mir analysirten Steinsalzproben.

**) I bis VI nach meinen Analysen. Diese Proben, welche ich der Güte des Dr. Krantz verdanke, wurden in der Siedhitze des Wassers getrocknet und lösten sich ohne Rückstand im Wasser auf.

***) Würtembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte Bd. IV. S. 36.

†) Annales des mines 1825. T. X. P. 259.

nach Abzug von Kieselsäure und Wasser. XII und XIII faseriges, XIV unreines, nach Fournet *).

XV von *Holston* in *Virginien*, nach C. B. Hayden **).

XVI und XVII Steinsalz-Stückchen, welche sich im Bohrmehle des Bohrloches in *Stafsfurth* in *Thüringen* fanden, nach Heine ***).

XVIII und XIX desgleichen, nach Grund †),

XX desgleichen (so genannter Martinsit) nach drei übereinstimmenden Analysen. Beim Auflösen im Wasser blieb ein Rückstand, der aus Gyps und gröfstentheils aus Boracit bestand. Der Martinsit giebt beim Reiben einen bituminösen Geruch ††) und löst sich mit sehr schwachem Knistern im Wasser auf †††).

Joss §) fand im *Ungarischen* Steinsalz Brom. Nach O. Henry §§) soll fast alles Steinsalz Jod enthalten. Schwefelsaure Magnesia, schwefelsaures Natron, Blödit, Löwit, Glauberit, Polyhalit, Flufsspath, Apatit und Boracit sind in seltenen Fällen Begleiter des Steinsalzes und des Gypses.

Das Steinsalz I bis XIII und XV zeichnet sich durch eine vorzügliche Reinheit aus §§§); XIV und XVI bis XX sind dagegen mehr oder weniger unrein.

*) Ebend. 1846. IV. Ser. T. IX. P. 546.

**) The americ. Journ. of sc. 1843. T. XLIV. P. 179.

***) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XIX. S. 365. u. 366.

†) Ebend.

††) Monats-Berichte der Berliner Acad. 1847. Januar.

†††) Bis Mitte Decembers 1846 hatte man 154½ Fufs im Steinsalz gebohrt; der Gehalt an Bittersalz und besonders die erdigen Beimengungen haben aber immer mehr zugenommen. Auch eine sehr bedeutende Zunahme an Chlormagnesium hat sich gezeigt. Die Bildung dieses Salzes soll, nach Karsten, durch hinzutretendes Chlorcalcium veranlasst werden, worauf die vielen frisch enstandenen Gyps-Flimmern, welche ununterbrochen mit der Soole aus dem Bohrloche hervorkommen, deuten. Karsten in Poggendorff Annal. Bd. LXX. S. 557.

§) Journal für practische Chemie Bd. I. S. 129.

§§) Journal chim. méd. T. V. P. 81.

§§§) Auch das Steinsalz zu *Illetzkaja-Zastchita* in den kirgisischen

Schrötter und Pohl *) analysirten zwei im Handel vorkommende Sorten Seesalz, I aus dem Salzgarten von *St. Felice* bei *Venedig*, II aus dem von *Trapani* in *Sicilien*. Beide liefsen nach der Lösung im Wasser einen Rückstand von Kalk, Thonerde, Eisenoxyd, Magnesia, Phosphorsäure, Kohlensäure und Quarzsand. Die filtrirte Lösung war frei von kohlensauren und phosphorsauren Salzen und von Brom, Jod und Fluor. Göbel **) analysirte das Salz, welches sich auf dem Boden des *Elton-See* ausscheidet III.

	I	II	III
Chlornatrium	98,95	98,94	98,79
Chlormagnesium . .	0,19	0,16	0,13
Chlorkalium	—	—	0,04
Schwefels. Kalk . . .	0,51	0,46	1,04
„ „ Magnesia .	0,35	0,44	—
	100,00	100,00	100,00

Der Kochsalz-Gehalt dieser drei Absätze, so wie deren Zusammensetzung überhaupt, kommen der Zusammensetzung der vorstehenden Proben von Steinsalz so nahe, dafs Niemand an der Möglichkeit ihres einst erfolgten Absatzes aus dem Meerwasser zweifeln wird.

J. Usiglio ***) unterwarf das Wasser vom *Mittelländischen* Meer einer Verdunstung unter ähnlichen Umständen, wie bei der Salzgewinnung aus diesem Meerwasser, und untersuchte die Absätze für eine Reihe von Graden der zunehmenden Concentration. Auszugsweise folgen die Resultate dieser Untersuchungen.

Steppen ist krystallinisch, weifs und so rein, dafs es nach dem Zerklopfen sogleich als Kochsalz gebraucht werden kann. Murchison a. a. O. S. 184.

*) Berichte der Wiener Acad. Bd. VI. S. 224. Das in diesen Analysen angegebene schwefelsaure Natron wurde auf schwefelsaure Magnesia reducirt und das Wasser in Abzug gebracht.

**) G. Rose Reise nach dem Ural Bd. II. S. 264.

***) Ann. de chim. et de phys. (3) T. XXVII. S. 172.

Volumen des verdunsteten Wassers.	Abgeschiedene Salze in Grammen. Eisenoxyd.	Kohlens. Kalk.	Schwefels. Kalk mit Krystallwasser.	Chlornatrium	Schwefels. Magnesia.	Chlormagnesium	Bromnatrium.
100	—	—	—	—	—	—	—
46,7	0,003	0,064	—	—	—	—	—
81,0	—	0,053	0,560	—	—	—	—
90,5	—	—	0,957	3,261	0,004	0,008	—
96,1	—	—	0,218	17,546	0,039	0,079	0,073
97	—	—	0,014	2,624	0,017	0,015	0,036
98,4	—	—	—	3,676	0,563	0,051	0,114
Summe	0,003	0,117	1,749	27,107	0,623	0,153	0,223

Angenommen, dafs bei der Gewinnung des Salzes I so viel Kochsalz abgesezt wird, als sich bei einer Verdunstung von 96,1 Proc. Wasser ausscheidet: so beträgt in der rückständigen Mutterlauge, nach der Analyse des Meerwassers aus den Lagunen von *Venedig* (S. 1559), das Chlormagnesium 6,6 Proc. und die schwefelsaure Magnesia 7,1 Proc. Aus einer solchen, so viel von diesen beiden Salzen haltenden Mutterlauge scheidet sich also ein Kochsalz aus, welches nur 0,42 Proc. Chlormagnesium und 0,25 Proc. schwefelsaure Magnesia enthält. Aus dem *Elton-See*, aus einer Flüssigkeit, welche im August 22 Proc. Chlormagnesium und 3 Proc. schwefelsaure Magnesia enthält, setzt sich ein Kochsalz ab, welches nur 0,13 Proc. Chlormagnesium und gar keine schwefelsaure Magnesia enthält. Hatte sich daher einst, als das Steinsalz aus dem Meerwasser abgesetzt wurde, dieses durch Verdunstung so weit concentrirt, dafs die genannten Quantitäten Chlormagnesium und schwefelsaure Magnesia in dem Meerwasser zurückgeblieben waren: so konnte sich doch ein Kochsalz absetzen, welches nur Spuren von beiden Salzen, oder auch gar nichts davon enthielt. Die grofse Reinheit des Steinsalzes widerspricht also nicht nur nicht seinem Absatze aus Meerwasser, sondern bestätigt ihn sogar.

Das Chlorkalium des Meerwassers aus den Lagunen von

Venedig beträgt 2,86 Proc. vom ganzen Salzgehalte; die beiden Analysen des Seesalzes aus dem *Mittelländischen* Meer weisen aber gar kein Chlorkalium nach. Nehmen wir wiederum an, dafs bei der Darstellung des Kochsalzes im Salzgarten von *St. Felice* 96,1 Proc. Wasser verdunsteten: so betrug in den 3,9 Proc. Mutterlauge das Chlorkalium 2,1 Proc. Aus einer solchen Lauge schied sich also ein Chlornatrium ab, welches kein Chlorkalium enthielt. Das Chlorkalium in dem Wasser des *Elton-See's* beträgt 0,9 Proc. vom ganzen Salzgehalte; Göbel fand aber in dem aus diesem Wasser abgesetzten Kochsalz nur 0,04 Proc.; es hatte sich also auch hier mit dem Chlornatrium eine nur ganz unbedeutende Menge von Chlorkalium abgesetzt. Diese Verhältnisse stimmen gleichfalls mit dem meist gänzlich fehlenden oder doch nur in geringen Spuren vorkommenden Gehalt des Steinsalzes an Chlorkalium überein.

Selbst aus den in der Siedhitze abgedampften Salzsoolen wird ein dem Steinsalze sich näherndes Kochsalz erhalten. Nach den von Heine *) unternommenen Analysen des, auf den *Preufsischen* Salinen der Provinz *Sachsen* producirten Kochsalzes variirt in den besten Sorten der Gehalt an Chlornatrium zwischen 97,14 und 98,67 Proc.

Usiglio's Versuche zeigen, dafs sich, wie zu erwarten war, beim Verdunsten des Meerwassers der gröfste Theil des schwefelsauren Kalks absetzt, ehe der Absatz des Kochsalzes beginnt, und dafs dieser anfängt, wenn die Verdunstung so weit fortgeschritten ist, dafs das concentrirte Meerwasser eine gesättigte Kochsalz-Lösung bildet. Die Magnesia-Salze, welche er in dem abgesetzten Kochsalze fand, waren in der Mutterlauge, womit es getränkt war, ohne Zweifel aufgelöst enthalten; denn die schwefelsaure Magnesia krystallisirt erst in der Kälte, und das Chlormagnesium kommt gar nicht zum Krystallisiren **). Beim Verdunsten einer Lösung von Chlormagnesium in der Luftwärme kann dieses Salz nie im festen Zustande ausgeschieden werden. Wir

*) A. a. O. S. 1 ff.

**) Dafs die Bromverbindung mehr als das Chlormagnesium betragen haben soll, widerspricht allen bisherigen Erfahrungen.

werden weiter unten sehen, dafs die Verdunstung einer solchen Lösung zum Stillstande kommt, wenn sie ein gewisses Maximum erreicht hat. Hatte sich daher Meerwasser einstens bis zu diesem Maximum durch Verdunstung concentrirt: so würde das während derselben abgesetzte Kochsalz für immer mit der concentrirten Chlormagnesium-Lösung bedeckt geblieben sein, wenn dieselbe nicht durch irgend eine Veranlassung zum Abflusse gekommen wäre. Eine Hebung des Meeresbodens, auf welchem sich das Kochsalz abgesetzt hatte, und wodurch die darüber stehende Mutterlauge abgeflossen wäre, konnte eine solche Veranlassung gewesen sein. Da sich indefs das Steinsalz bei weitem in den meisten Fällen mit, oft sehr mächtigen sedimentären Gesteinen bedeckt findet, deren organische Ueberreste ihre Bildung als einen Absatz aus dem Meere nachweisen: so ist klar, dafs diese Sedimente jene Mutterlauge theils verdrängen, theils absorbiren mufsten.

Da das Chlormagnesium nach dem Kochsalze der vorherrschende Bestandtheil des Meerwassers und daher in sehr grofser Menge vorhanden ist; so nimmt der Umstand, dafs dieses Salz auf der Erdoberfläche nur in wässeriger Lösung vorkommen kann, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Nur in solchen Tiefen unter der Erdoberfläche, wo eine, den Siedepunct des Wassers übersteigende Temperatur herrscht, kann es im festen Zustande gedacht werden. Reichen bis zu diesen Tiefen die sedimentären Formationen: so wird dort die Chlormagnesium-Lösung, womit diese bei ihrer Bildung im Meere getränkt waren, zum Eintrocknen gekommen sein. Dafs das Uebergangsgebirge sich bis zu noch viel gröfseren Tiefen erstreckt, kann gar nicht zweifelhaft sein; wahrscheinlich erreichen aber selbst jüngere sedimentäre Formationen solche Tiefen.

In der Mutterlauge aus dem Meerwasser konnte schwefelsaure Magnesia zum Krystallisiren kommen, und dafs diefs unter gewissen Umständen wirklich geschehen ist, zeigen No. XVII und XX der Steinsalz-Analysen. Da XVII Steinsalz-Stückchen sind, welche sich im Bohrmehle des Bohrlochs fanden, und darin die Menge der schwefelsauren Magnesia die des Kochsalzes bei weitem übersteigt, während in

XX die Menge der ersteren weit unter die der zweiten herabsinkt: so scheint die schwefelsaure Magnesia mit zunehmender Tiefe abzunehmen; denn XVII fand sich in geringeren, XX hingegen in gröfseren Tiefen. Diesem scheint zwar der schon erwähnte Umstand, dafs beim 154½ Fufs tiefen Bohren im Steinsalze der Gehalt an Bittersalz stets zugenommen hat, zu widersprechen; das Bohren wurde indefs seit 1847 bis zu einer Tiefe von 1000 Fufs fortgesetzt, und reines Steinsalz wurde wirklich erreicht. So hat sich denn auch hier bestätigt, was die Theorie fordert: dafs nämlich, wenn wir vom Gyps abstrahiren, reines Kochsalz der erste Absatz aus dem Meere ist.

Die fast gänzliche Abwesenheit des Chlorkalium im Steinsalze *) erklärt sich daraus, dafs es im Wasser leichter löslich ist als Chlornatrium. Was die übrigen im Meerwasser in äusserst geringen Mengen aufgelösten Stoffe betrifft, so bleiben dieselben ohne Zweifel gröfstentheils mit dem Chlormagnesium und der schwefelsauren Magnesia in der Mutterlauge. Es ist daher wahrscheinlich, dafs man, wenn die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird, diese Stoffe in Gesteinen, welche Absätze aus dem Meere sind, finden werde. Im Jurakalk bei *Lyon* wurde von Lembert wirklich Jod nachgewiesen **).

Dafs nach dem Absatze des Steinsalzes aus dem Meerwasser noch Veränderungen, hervorgebracht durch Gewässer, statt gefunden haben, zeigen die Pseudomorphosen von Anhydrit, Gyps und Polyhalit in Formen von Steinsalz. Nach Haidinger ***) finden sich zu *Hall* in *Tyrol* stark zusammengedrückte Räume, welche früher Steinsalz enthielten, jetzt aber mit körnigem Anhydrit erfüllt sind. Im Salzthon an diesem Orte, so wie zu *Hallein*, *Aussee*, *Hallstadt* u. s. w. kommen meist zusammengedrückte Würfel von

*) Ich habe, obgleich die gröfste Sorgfalt auf die Ermittelung dieses Salzes verwendet wurde, nur in dem Knistersalze von *Hallstadt* geringe Spuren davon gefunden.

**) Journ. de Pharm. et de Chim. 3. Sér. T. XIX P. 240.

***) Poggendorff's Annal. Bd. LII. S. 625.

Steinsalz vor. Im Mergelschiefer zu *Göfsling* bei *Weyer* in *Oberöstreich* fand Haidinger *) solche Würfel, welche mit Gyps erfüllt waren, den eine Haut von Dolomit umgab. Auch im Mergel des Steinsalzgebirges von *Soovar* in *Ungarn* zeigen sich solche Erscheinungen. Gewässer, schwefelsauren Kalk gelöst enthaltend, sind es, welche das Salz auflösten und dagegen jenes Salz als Anhydrit oder Gyps absetzten. Enthielten sie gleichzeitig kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia: so setzten sie auch diese Carbonate als Dolomit ab. Würfel von *Soovar* zeigen sich mit einer Dolomitrinde umgeben, welche ihre Form erhielt, und in ihrem Innern befindet sich ein einziges Gypsindividuum, welches die Stelle des fortgeführten Steinsalzes einnimmt. Diese Vorgänge entsprechen ganz dem Gesetze, dafs die schwerlöslichen Substanzen die leichtlöslichen verdrängen (Bd. II S. 229).

Der Polyhalit, ein aus schwefelsaurem Kalk, schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Kali bestehendes Salz, findet sich im Steinsalzgebirge (*Ischel*, *Berchtesgaden* und *Aussee*). Berthier **) fand ein ähnliches Salz im Steinsalzgebirge von *Vic* in *Lothringen,* welches statt Kali Natron enthielt. Wahrscheinlich sind diese Salze keine ursprünglichen Bildungen zur Zeit des Absatzes des Steinsalzes, sondern spätere; denn nach Haidinger ***) kommen im Salzthon von *Aussee* Würfel vor, deren Kern nur noch aus Steinsalz, deren dicke Rinde dagegen aus Polyhalit besteht. Von diesem Polyhalit ist es wenigstens unzweifelhaft, dafs er eine spätere Bildung aus Gewässern ist, welche jene schwefelsauren Salze im Steinsalzgebirge aufgelöst hatten.

Wenn solche Verdrängungen des Chlornatrium durch schwefelsaure Salze allgemeine Processe sein sollten: so würde sich dadurch die Zusammensetzung der Soolen, welche diese Verdrängungen bewirken, wesentlich verändern. Sie würden reicher an Chlornatrium und ärmer an schwefelsauren Salzen werden. In diesem Falle würde die Ent-

*) A. a. O.

**) Ann. des Mines T. X. P. 260.

***) Holger's Zeitschrift für Physik u. s. w. Bd. IV. S. 226.

stehung der an diesen Salzen oft so armen Soolen ihre Erklärung finden *).

Schon längst sind die sogenannten krystallisirten Sandsteine, welche zwischen *Eſslingen, Stuttgart* und *Tübingen* an vielen Puncten im Keuper vorkommen, bekannt **). Sie finden sich in einer Sandstein-Schicht zum Theil nur

*) Haidinger (Poggendorff's Annal. Bd. LXXI. S. 247) vervollständigt seine früheren Mittheilungen durch mehrere neuere. So fand sich zu *Hallein* ein fast 2 Zoll groſser Steinsalz-Würfel, dessen Fläche eingedrückt, und dessen Inneres mit Anhydrit-Individuen erfüllt war. Zu *Pirano* kam ein Mergel mit würfligen Hohlräumen vor, die von kleinen Anhydrit-Krystallen drusenartig ausgekleidet waren. Verschobene Würfel, 2 bis 3¼ Zoll groſs, von *Aix* in der *Provence*, waren ganz aus 2 bis 3 Lin. groſsen, linsenförmigen Gypskrystallen zusammengesetzt. Schon früher erkannte Nöggerath (Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1846. S. 309) diese verschobenen Würfel für Gyps-Pseudomorphosen in Formen von Steinsalz. Nur selten bilden ihre Kanten rechte Winkel, meist gleichen sie Rhomboëdern, können aber nicht für solche gehalten werden, da ihre Winkel nicht allein bald spitzer bald stumpfer sind, sondern auch verschiedene Kanten ein und desselben Krystalls mancherlei Irregularitäten zeigen. Ohne Zweifel waren alle diese Individuen ursprünglich Würfel, welche mehr oder weniger Druck erlitten und so eine modificirte Gestalt angenommen hatten. Nach gefälliger Mittheilung von Nöggerath zeigen auch manche Würfel von Eisenkies, welche im Thonschiefer bei *Montjoie* in der Nähe von *Aachen* vorkommen, solche Miſsbildungen. Sie sind 2 bis 15 Lin. groſs und ihre Winkel sind selten rechte. Häufig hat der Druck der Thonschiefer-Masse sehr verschiedene Winkel hervorgerufen, so daſs diese Krystalle, wie jene in der Form von Steinsalz, mehr Rhomboëdern als Würfeln gleichen.

Ohne Zweifel werden noch viele solcher Pseudomorphosen, wie die oben angeführten in Formen von Steinsalz, gefunden werden, wenn noch mehr die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird. Die Wahrscheinlichkeit, daſs es allgemeine Processe sind, welche solche Verdrängungen des Steinsalzes veranlassen, würde dann immer mehr zunehmen.

**) v. Alberti Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers 1834. S. 147 und 188.

mit der Lupe erkennbar, zum Theil 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll grofs. Die Seitenflächen der würfelförmigen Krystalle sind stets mehr oder weniger eingedrückt und concav. Nach Gaup bestehen die *Würtembergischen* Pseudomorphosen aus 72,6 Kieselsäure, 23,6 Thonerde, 0,7 Kalk, 0,6 Eisenoxyd, 2,5 Glühverlust; sie sind also wesentlich Thonerde - Silicate. Auch an verschiedenen anderen Orten fand man solche krystallisirte Sandsteine: so unterhalb *Eicks* in der *Eifel* zwischen dem bunten Sandstein und dem Muschelkalk, zu *Igel* bei *Trier* u. s. w. An letzterem Orte wechseln die Sandstein-Schichten, welche die krystallisirten Sandsteine enthalten, mit Gyps-Schichten, in denen man Spuren von Steinsalz gefunden hat.

Nöggerath *), gestützt auf seine Beobachtungen, dafs die irregulären Steinsalzkrystalle aus dem Salzgebirge zu *Berchtesgaden* verschobene Würfel sind, welche im Zustande einer gewissen Weichheit oder während ihrer Ausbildung einen Druck in dem sie umschliefsenden Salzthon erlitten haben, hielt jene Sandstein-Würfel, welche gleichfalls meist verschoben erscheinen, für ehemalige Steinsalz-Würfel, in denen das Chlornatrium durch die Masse des Sandsteins verdrängt worden ist. Blum **) und Haidinger ***) stimmen dieser Ansicht, die auch durch eine gleichzeitige mit Nöggerath von Paulus †) unternommene Arbeit bestätigt worden, bei.

Hausmann ††) beschreibt Kalkstein-Bildungen im Muschelkalk der Gegenden an der *Weser* in Formen von Steinsalz von 1,4 bis 3,5 Zoll Gröfse, welche indefs nach Wöh-

*) A. a. O. S. 313.

**) Erster Nachtrag zu den Pseudomorphosen S. 127.

***) A. a. O. S. 259.

†) Würtembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte 1846. Bd. II. S. 196. Paulus fand nämlich bei *Kornthal* in *Würtemberg* ähnliche aber viel vollkommenere Krystalle auf einem harten Mergel über dem Gyps des Keupers und zwar stets auf der untern Seite der Schichten in Thon eingedrückt. Sie bestehen ganz aus Mergel.

††) Nachrichten von der Universität und der Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen 1846. No. 8 und 17.

ler keine Spur von Kochsalz enthalten. Sie finden sich gerade in dem Theil des Muschelkalkes, der in *Deutschland* das Steinsalz einschliefst. Nach den Beobachtungen von Strüver beschränkt sich das Vorkommen dieser Pseudomorphosen nicht auf einzelne Individuen, sondern sie bilden am *Feldberg* bei *Hohe* und in der Gegend von *Bodenwerder* ganze Lager und nicht blofs in einer einzigen Kalkschicht, sondern in mehreren benachbarten Schichten, und stets in der Nähe von Gypslagern. Nach Carl List enthalten sie 61,91 kohlensauren Kalk, 22,501 kohlensaure Magnesia, 16,301 unlösliches Thonerde-Silicat und 0,008 Chlornatrium. Die sogenannten krystallisirten Sandsteine aus der Umgegend von *Cassel* sind, nach Haidinger, meist krystallisirte dichte Kalksteine. Hausmann erinnert an Prof. Eaton's *) Nachricht über das Vorkommen ähnlicher pseudomorpher Räume, nahe bei *Syrakus*, in den Mergeln der *Nordamericanischen* Salzformation in der oberen silurischen Abtheilung. Es sind nicht eigentlich Pseudomorphosen, sondern Abdrücke hohler Kochsalz-Pyramiden in dem weichen Kalkmergel, so wie in dem rothen und grünen Mergelschiefer, in welchem sie in gröfster Vollkommenheit und in unermefslicher Menge vorkommen. Tausende von solchen leeren Räumen, einige bis zu 5 Zoll im Durchmesser, sieht man vorzüglich bei *Manlius Center*, am südlichen Abhange des *Eriekanals* und an anderen Orten.

Auch die Mergelpyramiden in dem Mergel vom *Montmartre* bei *Paris* hält Haidinger für pseudomorphe Bildungen in Formen von Steinsalz. Abdrücke von Turritella, Corbula etc. in diesem Mergel deuten gleichfalls auf eine Salzwasser-Bildung.

Gutberlet **) zeigt, dafs die Pseudomorphosen in Formen von Steinsalz die Oberfläche weit ausgedehnter Schichten bedecken, und dafs sie sich, wie namentlich in der Nähe von *Fulda*, in fünfzig und mehr über einander liegenden Schichten des bunten Mergels zwischen dem bunten Sandstein und dem Muschelkalk wiederholen. Am häufigsten er-

*) Sillimann's American. Journ. V. XV. No. 2. Jan. 1829.

**) N. Jahrbuch für Mineral. u. s. w. 1847. S. 405 und 513.

scheint das Steinsalz durch kieselige Massen, namentlich durch sehr verschiedene Sandsteine und durch Quarzfels verdrängt. Auch Glimmer und Braunspath treten als solche Verdrängungsmittel auf. In unmittelbarer Nähe dieser Pseudomorphosen hat man bis jetzt noch kein Steinsalz gefunden; seine ehemalige Existenz ist aber durch diese Pseudomorphosen beurkundet. Plattgedrückte Kerne von Terebrateln finden sich häufig theils in den pseudomorphischen, theils in anderen Lagern. In den angeführten Lagern am *Feldberg* u. s. w. kommen jedoch neben den Pseudomorphosen keine Petrefacten vor.

Haidinger denkt sich die Bildung der Sandsteine in Formen von Steinsalz so, dafs auf der Oberfläche eines vom Meere zurückgelassenen Schlamm-Sediments, nach der Verdunstung des Meerwassers, Steinsalz in Würfeln krystallisirte, welche im weichen Schlamme ihre Flächen und Kanten bewahrten, dafs später dieses Sediment durch herbei geflutheten Sand, welcher die Steinsalz-Würfel einschlofs, bedeckt wurde, und dafs, nachdem dieselben nach und nach wieder aufgelöst worden, der Sand in die hohlen Würfel drang und durch die im Wasser aufgelöste Kieselsäure cementirt wurde. Dieser Vorstellung wird man wenig entgegensetzen können.

Wenn man beachtet, dafs die Pseudomorphosen *) und die Eindrücke im Gesteine in Formen von Steinsalz in allen

*) Die Sandsteine in Formen von Steinsalz unterscheiden sich von den eigentlichen Verdrängungs-Pseudomorphosen darin, dafs die Substanzen in diese im aufgelösten, in jene aber im gemengten Zustande vom Wasser geführt wurden. Zur Unterscheidung könnte man letztere mechanische Pseudomorphosen nennen. Eine bestimmte Grenzlinie zwischen beiden Arten von Verdrängungs-Pseudomorphosen läfst sich aber nicht ziehen. Die Cementation des in die leeren Räume eingedrungenen Sandes zu Sandstein zeigt, dafs auch im Wasser gelöste Kieselsäure eingedrungen ist. Die Erfüllung dieser Räume mit Quarzfels und Braunspath wird wohl nur auf diese Weise, und die mit Kalkstein und Mergel wenigstens theilweise so statt gefunden haben. Dafs der Glimmer in diesen Pseudomorphosen als solcher auf mechanischem Wege eingeführt worden, ist weniger wahrscheinlich, als dafs er durch eine Metamorphose erst aus den eingeführten Substanzen entstanden ist.

Steinsalz-führenden Formationen, wie es scheint, in den oberen silurischen Schichten, im Mergelschiefer des Zechsteins *), im Muschelkalk, im Keuper **) im Alpenkalkstein und in den miocenen *Pariser* Gypsschichten vorkommen: so leuchtet ihre grofse geologische Bedeutung ein. Sie sind eben so evidente Beweise für die Bildung dieser Gesteine aus Meer- oder Salzwasser, wie die organischen Ueberreste von Meeresthieren, und sie zeigen, dafs während der grofsen sedimentären Periode, vom Absatze des Uebergangsgebirges bis zu dem der tertiären Bildungen, vielleicht mit wenigen Unterbrechungen, Steinsalz aus dem Meere abgesetzt worden ist. Dasjenige, welches von wasserdichten Schichten umgeben war, erhielt sich bis zur Jetztzeit, dasjenige aber, welches in vom Wasser durchdringbaren Gesteinen in gröfseren oder kleineren Krystallen abgesetzt wurde, wurde nach und nach aufgelöst und wieder dem Meere zugeführt, während die zurückgelassenen leeren Räume mit verschiedenen mineralischen Substanzen ausgefüllt wurden, oder auch leer blieben. Dafs auch jetzt noch Reste von Steinsalz in diesen Gesteinen vorhanden sind, zeigt der, wenigstens durch Reagentien nachweisbare Kochsalzgehalt in den Quellen, welche aus ihnen kommen.

Sehr verschieden von der Zusammensetzung des Steinsalzes ist die der meisten Salzsoolen, wovon wir eine grofse Zahl von Analysen besitzen. Mehrere der älteren, die zu einer Zeit angestellt wurden, wo die Scheidungs-Processe noch sehr ungenau waren, übergehen wir. Um die Vergleichung der Zusammensetzung der Soolen mit der des Steinsalzes zu erleichtern, habe ich die Bestandtheile, welche gewöhnlich nach Procenten der Soolen angegeben werden, auf Procente des Betrags der Salze reducirt ***). Da jedoch die

*) Ph. Braun im n. Jahrbuch für Mineral. u. s. w. 1846. S. 814.

**) M. J. Fournet (Histoire de la Dolomie 1847 P. 117) fand sie auch in der Gruppe des rothen Sandsteins in der Gegend von *Lyon*, am *Mont d'or*, bei *Chessy* und bei *Blacet* unweit *Villefranche*.

***) Diese Zahlen repräsentiren natürlich nicht die Zusammensetzung des unreinen Steinsalzes, wie es theils im Gyps, theils im Salz-

Kenntnifs der gröfseren oder geringeren Reichhaltigkeit der Soolen für ihre Bildungsart ein wesentliches Kennzeichen ist: so wurde der Gehalt an fixen Bestandtheilen überhaupt angegeben.

Soolen in *Preufsen.* Provinz *Sachsen.*

	I	II	III
Betrag der Salze	12,28	18,89	8,20
Chlornatrium	94,43	93,79	91,81
Chlormagnesium	1,69	2,15	2,71
Chlorcalcium	1,03	0,71	1,17
Chlorkalium	0,21	0,88	0,20
Schwefels. Kalk	2,23	2,47	3,28
Kohlens. Kalk	0,37	—	0,52
Kohlens. Eisenoxydul . . .	0,02	—	0,25
Erdharz	0,02	—	0,06
	100,00	100,00	100,00

	IV	V	VI
Betrag der Salze	8,42	3,77	17,16
Chlornatrium	87,33	94,03	94,49
Chlormagnesium	5,55	1,97	0,99
Chlorcalcium	2,04	1,05	—
Chlorkalium	1,92	—	—
Brommagnesium	—	0,02	—
Schwefels. Kalk	3,16	2,66	2,80
„ „ „ Magnesia . . .	—	—	1,20
„ „ „ Kali	—	—	0,34
Kohlens. Kalk	—	0,27	0,18
„ „ Eisenoxydul . . .	—	—	Spur
Kieselsäure	—	—	Spur
	100,00	100,00	100,00

thon, theils in Gebirgsgesteinen enthalten ist; denn die schwerlöslichen Salze, namentlich der schwefelsaure Kalk, werden in viel geringeren Mengen als die leichtlöslichen von Gewässern aufgelöst. Findet sich also überhaupt schwefelsaurer Kalk in den Soolen: so ist auf viel gröfsere Quantitäten dieses Salzes in den Gebirgsgesteinen zu schliefsen, als die Soolen enthalten. Viele Soolen entstehen gewifs im salzhaltigen Gyps.

I bis V Soolen von *Halle* an der *Saale.* I *Deutscher* Brunnen nach Meifsner. II *Gutjahr*-Brunnen nach Heine*) aus 93 Fufs Tiefe. III und IV *Hacke*-Brunnen nach Herrmann und Heine, aus 62 Fufs Tiefe. V *Wittekind* bei *Halle* nach O. L. Erdmann **).

VI Soole von *Stafsfurth*, aus 105 Fufs Tiefe des Brunnens, nach Heine.

	VII	VIII	IX
Betrag der Salze	2,00	11,10	4,86
Chlornatrium	95,71	93,72	91,44
Chlormagnesium	1,09	0,67	0,60
Chlorkalium	0,08	—	—
Schwefels. Kalk	1,61	2,55	3,31
„ „ „ Magnesia . . .	0,20	1,18	1,26
„ „ „ Kali	0,08	1,34	2,24
„ „ „ Natron	1,17	—	—
Kohlens. Kalk	0,04	0,44	0,82
„ „ Magnesia	—	0,05	0,25
„ „ Eisenoxydul . . .	0,02	0,03	0,04
Kieselsäure	—	0,02	0,04
	100,00	100,00	100,00

VII bis IX Soolen von *Schönebeck.* VII zum medicinischen Gebrauche, nach Herrmann. VIII Soole aus dem Schacht No. III. IX aus dem Schacht IV nach Heine.

*) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XIX. S. 1 ff.

**) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVI. S. 313.

	X	XI	XII	XIII
Betrag der Salze . . .	3,006	26,50	8,39	3,34
Chlornatrium	81,44	95,35	89,88	81,97
Chlormagnesium . . .	2,03	1,59	1,49	—
Chlorkalium	—	0,45	—	—
Schwefels. Kalk . . .	14,29	1,51	0,04	9,99
„ „ „ Magnesia . .	0,30	—	0,63	2,27
„ „ „ Kali	1,76	1,10	0,99	0,90
„ „ „ Natron . . .	—	—	—	4,21
„ „ „ Thonerde . .	—	—	6,77	—
Kohlens. Kalk	0,18	—	0,15	0,63
„ „ Magnesia . .	—	—	0,02	Spur
Eisenoxyd	—	—	0,01	0,03
Kieselsäure	—	—	0,02	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

X und XI Soolen von *Artern*. X aus der Soolquelle im *Salzthale*. XI aus dem Bohrloche im Steinsalze.

XII Soole von *Dürrenberg* aus dem Schacht in 56 F. Tiefe.

XIII und XIV Soolen von *Kösen*. XIII aus dem alten Schacht in 484 Fuſs Tiefe.

	XIV	XV	XVI	XVII
Betrag der Salze . . .	4,96	3,38	1,82	1,73
Chlornatrium	87,60	81,99	74,79	74,65
Schwefels. Kalk . . .	8,83	10,66	10,99	12,03
„ „ „ Magnesia . .	2,08	2,73	4,76	4,31
„ „ „ Kali	0,62	0,72	0,99	0,91
„ „ „ Natron . . .	0,57	2,28	6,93	6,18
Kohlens. Kalk	0,28	0,78	1,26	1,66
„ „ Magnesia . .	Spur	0,54	0,06	0,03
Eisenoxyd	0,02	—	—	—
Kieselsäure	—	0,30	0,22	0,23
	100,00	100,00	100,00	100,00

XIV Soolen von *Kösen* aus dem neuen Schacht in 515 F. Tiefe.

XV Soole aus dem Hauptschacht von *Kötzschau* aus 46 Fuſs Tiefe.

XVI und XVII Soolen von *Teuditz*. XVI aus dem Hauptschacht aus einer Tiefe von 55 F. XVII aus *Dünkler's* Schacht aus 10 F. Tiefe.

Die Analysen X bis XVII, welche mit groſser Sorgfalt angestellt wurden, sind sämmtlich von Heine *).

Soolen in *Preuſsen*. Provinz *Westphalen*.

	XVIII	XIX	XIX. a.
Betrag der Salze	4,25	7,28	6,92
Chlornatrium	80,80	89,52	91,47
Chlormagnesium	0,65	1,84	1,71
Chlorcalcium	—	3,47	2,14
Chlorkalium	—	0,03	—
Brommagnesium	0,008	Spur	—
Schwefels. Kalk	7,04	2,79	3,22
„ „ „ Magnesia . . .	6,93	—	—
„ „ „ Kali	0,11	—	—
Kohlens. Kalk	2,52	1,39	1,46
„ „ Magnesia	1,67	0,21	—
„ „ Eisenoxydul . . .	0,16	0,26	—
„ „ Manganoxydul . .	0,002	—	—
Kieselsäure	0,11	0,49	—
	100,000	100,00	100,00

XVIII Soole aus dem Bohrloche bei *Neusalzwerk* bei *Preuſsisch-Minden*, nach meiner Analyse. Aus dieser Soole entwickelt sich viel Kohlensäuregas.

XIX Soole von *Werl* nach Ferd. Deneke **).

XIX. a Soole von *Königsborn* in *Unna* ***).

*) A. a. O.

**) Annal. der Chem. u. Pharmacie. Bd. LXV. S. 100.

***) Karsten Salinenkunde. Bd. I. S. 240.

Soolen in *Sachsen-Weimar*.

	XX	XXI	XXII
Betrag der Salze . .	3,70	3,42	4,39
Chlornatrium	83,47	81,62	91,24
Chlorkalium	0,32	0,32	0,72
Schwefels. Kalk . . .	7,41	9,66	3,38
„ „ „ Magnesia .	4,00	3,05	0,78
„ „ „ Natron . .	2,56	4,11	2,53
Kohlens. Kalk . . .	0,57	0,33	0,40
„ „ Eisenoxydul .	1,67	0,91	0,95
	100,00	100,00	100,00

XX *Mühlenquelle.* XXI *Kunstgrabenquelle.* XXII *Leopoldsquelle* in Stadt *Sulza* nach F. Müller *).

Soolen in *Hessen* und *Hannover*.

	XXIII	XXIV	XXV	XXVI
Betrag der Salze . . .	2,87	2,98	3,14	10,53
Chlornatrium	82,23	77,38	86,95	90,84
Chlormagnesium . . .	1,18	12,62	8,45	1,42
Chlorcalcium	6,74	—	—	—
Chlorkalium	1,83	3,37	—	—
Brommagnesium . . .	0,04	0,30	0,31	—
Schwefels. Kalk . . .	0,18	2,11	0,15	3,26
„ „ „ Magnesia . .	—	—	—	1,97
„ „ „ Natron . . .	—	—	—	1,75
Kohlens. Kalk	7,43	3,68	4,07	0,52
„ „ Eisenoxydul . .	0,23	0,41	0,05	—
„ „ Manganoxydul	0,07	—	—	—
Kieselsäure	0,07	—	—	0,07
Kiesels. Natron	—	0,13	0,02	—
Asphaltartige Substanz .	—	—	—	0,17
	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Archiv der Pharmacie (2) Bd. LVII. S. 165. Die in der Ana-

XXIII Grofser *Soolsprudel* zu *Nauheim*, enthält Spuren von organischen Substanzen. Die Carbonate sind als Bicarbonate berechnet, nach C. Bromeis *).

XXIV Soolquelle No. 2 daselbst, nach Figuier und Mialhe **).

XXV Soolquelle No. 5 daselbst, nach denselben **).

XXVI Schwefelwasserstoff-haltige Soole am *Lindener Berg* bei *Hannover*, nach Bromeis ***).

	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
Betrag der Salze . . .	1,33	1,85	1,57	1,27
Chlornatrium	80,07	86,49	91,29	86,01
Chlormagnesium . . .	8,92	7,03	1,98	2,24
Chlorkalium	0,23	0,15	1,32	1,81
Schwefels. Kalk	0,20	0,10	0,60	0,65
Kohlens. Kalk	7,07	5,54	3,44	7,73
„ „ Magnesia . . .	2,71	—	0,69	0,77
„ „ Eisenoxydul . .	0,32	0,52	0,29	0,29
Kiesels. Natron	0,48	0,17	0,39	0,50
	100,00	100,00	100,00	100,00

XXVII *Elisabethquelle* zu *Homburg*.

XXVIII *Kaiserquelle* daselbst.

XXIX und XXX Soolquellen zu *Soden*. XXVII bis XXX nach Figuier und Mialhe †).

lyse aufgeführten Chlorüre von Magnesium und Calcium und das schwefelsaure Natron wurden auf Chlornatrium, schwefelsaure Magnesia und schwefelsauren Kalk reducirt.

*) Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft 1846. S. 47.

**) Journal der Pharmacie (3) Bd. XIII. S. 401.

***) Annal. der Chemie und Pharmacie Bd. LXIX. S. 115. Die in diesen Analysen aufgeführten Chlormagnesium und schwefelsaures Natron wurden theilweise auf Chlornatrium und schwefelsaure Magnesia reducirt.

†) A. a. O.

Soolen in *Würtemberg.*

	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV
Betrag der Salze . . .	26,04	26,39	25,92	24,00
Chlornatrium	98,17	98,17	99,22	97,81
Chlormagnesium . . .	0,02	Spur	—	Spur
Schwefels. Kalk . . .	1,68	1,68	0,66	2,12
„ „ „ Magnesia . .	0,09	—	—	—
„ „ „ Natron . . .	—	0,08	0,11	—
Kohlens. Kalk	0,04	0,07	0,01	0,07
	100,00	100,00	100,00	100,00

XXXI von *Friedrichshall.*
XXXII von *Clemenshall.*
XXXIII von *Hall.*
XXXIV von *Sulz.*

	XXXV	XXXVI	XXXVII
Betrag der Salze . .	26,12	25,66	25,79
Chlornatrium	98,11	98,02	98,02
Chlormagnesium . . .	Spur	—	—
Chlorcalcium	1,76	0,05	0,10
Schwefels. Kalk . . .	0,02	1,82	1,77
Kohlens. Kalk . . .	0,11	0,11	0,11
	100,00	100,00	100,00

XXXV von *Wilhelmshall* bei *Rottenmünster.*
XXXVI und XXXVII Soole aus zwei Bohrlöchern von *Wilhelmshall* bei *Schwenningen* *).

*) Diese sieben Analysen von Fehling (Chemische Untersuchung der Soolen, des Stein- und Kochsalzes etc. der würtembergischen Salinen 1847).

Soolen in *Baiern.*

	XXXVIII	XXXIX	XL
Betrag der Salze . .	23,30	1,11	1,04
Chlornatrium	96,99	76,05	75,30
Chlormagnesium . .	0,20	6,07	6,85
Chlorkalium	—	1,18	0,62
Chlorammonium . . .	0,01	—	—
Brommagnesium . . .	0,01	0,59	0,63
Schwefels. Kalk . . .	1,79	3,24	3,13
Schwefels. Magnesia .	0,73	2,00	1,60
„ „ „ Kali . . .	0,26	—	—
Kohlens. Kalk . . .	0,004	6,47	9,37
„ „ Magnesia . .	Spur	2,94	1,88
„ „ Eisenoxydul .	0,003	0,88	0,62
Kieselsäure	0,005	0,58	—
	100,002	100,00	100,00

XXXVIII *Edelsoole* von *Reichenhall* nach Buchner junior *).

XXXIX und XL Soolen zu *Kissingen.* XXXIX *Ragozibrunnen*, XL *Pandur;* beide nach A. Vogel **). Aus diesen Soolen entwickelt sich viel Kohlensäuregas. Die ungewöhnlich grofse Menge von kohlensaurem Kalk läfst vermuthen, dafs ein Theil des Kalks an Schwefelsäure gebunden war.

*) Repertorium der Pharmacie (3) Bd. VI. S. 30. Diese Soole scheint die von *Berchtesgaden* nach *Reichenhall* geleitete zu sein, welche dort durch Auflösen des Salzthons erhalten wird. Ihre grofse Reinheit und ihr bedeutender Salzgehalt sprechen wenigstens dafür, dafs sie aus Steinsalz kommt.

**) Mineralquellen des Königreichs Baiern 1829.

Soolen in *England*.

	XLI	XLII	XLIII
Betrag der Salze.	0,92	0,82	1,06
Chlornatrium	74,53	53,08	80,90
Bromnatrium	0,51	—	—
Brommagnesium	—	—	0,41
Bromcalcium	—	0,35	—
Jodmagnesium	—	—	0,06
Schwefels. Kalk	—	1,99	—
„ „ „ Magnesia	—	11,63	1,37
„ „ „ Kali	0,46	—	—
„ „ „ Natron	17,48	25,19	11,19
Phosphors. Eisenoxyd . . .	—	0,03	—
Kohlens. Natron	3,13	—	—
„ „ Kalk	1,19	3,86	2,30
„ „ Magnesia	1,76	0,34	0,92
Organ. Extractivstoff und Quellsäure	0,51	2,94	2,48
Kieselsäure	0,43	0,18	0,37
	100,00	99,59	100,00

XLI *Pittville*-Wasser, enthält eine Spur von Jodnatrium, nach Abel und Rowney *).

XLII Schwefelhaltiges Wasser No. 1. *Royal Old Wells*, nach denselben.

XLIII No. IV. *Old Wells*, nach denselben. In diesen drei *Cheltenham*-Wassern sind freie Kohlensäure und Spuren von phosphorsaurem Kalk und von Schwefelwasserstoff enthalten.

Diese Soolen zeichnen sich aus durch einen bedeutenden Gehalt an schwefelsaurem Natron, und XLI und XLIII

*) Chem. Soc. Quaterly Journ. T. I. P. 193. Die in diesen Analysen aufgeführten Chlorüre von Magnesium (XLII und XLIII) und von Calcium (XLII) und das schwefelsaure Natron wurden auf Chlornatrium, schwefelsaure Magnesia und schwefelsauren Kalk reducirt.

durch den gänzlichen Mangel an schwefelsaurem Kalk. Sollte letzterer ursprünglich in XLI vorhanden gewesen sein: so würde er durch das kohlensaure Natron in schwefelsaures Natron umgewandelt worden sein. Diese Wasser weichen übrigens in ihrer Zusammensetzung so sehr von allen Soolen ab, und haben einen so geringen Salzgehalt, dafs sie mehr für Mineralquellen mit bedeutendem Kochsalzgehalt, als für eigentliche Soolen zu halten sind.

Die Soolen von *Cheshire* sind die reichsten in *England*, die von *Nortwich* und von *Barton* in *Lancashire* sind fast gesättigte, und die von *Droitwich* in *Worcestershire* sind ungemein reich *). Analysen von diesen Soolen sind mir nicht bekannt geworden. Da sie aber so reich sind, so ist zu vermuthen, dafs sie von Steinsalz herrühren, und dafs sie daher wenig von anderen Salzen enthalten.

Americanische Soolen.

	XLIV	XLV	XLVI	XLVII	XLVIII
Betrag der Salze	3,67 Proc.	7,64	4,09	7,05	6,07
Chlornatrium . .	48,61	84,31	78,24	71,21	77,68
Chlormagnesium	13,83	—	7,17	4,53	5,16
Chlorcalcium . .	34,91	—	13,66	23,35	15,91
Chlorkalium . .	0,25	0,39	—	—	—
Chlorbaryum . .	—	—	0,93	0,91	1,25
Brommagnesium	0,28	—	—	—	—
Bromkalium . .	—	0,22	Spur	—	Spur
Jodnatrium . .	—	0,02	—	—	—
Schwefels. Kalk .	2,12	—	—	—	—
„ „ „ Kali .	—	0,06	—	—	—
Kohlens. Natron .	—	2,31	—	—	—
„ „ Kalk .	—	1,54	—	—	—
„ „ Magnesia	—	6,77	—	—	—
Thonerde . . .	—	Spur	—	—	—
Kieselsäure . .	—	0,56	—	—	—
Freie Kohlensäure	—	3,82	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Lyell Principl. S. 249.

XLIV *Lancaster*-Salzquelle im westlichen *Canada*, nach T. S. Hunt *).

XLV Salzquelle der *Caledonia*-Mineralquellen in *Canada* *).

XLVI, XLVII. und XLVIII Soolen aus Bohrlöchern, die im Steinkohlengebirge am westlichen Abhange der *Alleghanies* niedergetrieben wurden, nach gefälligen Mittheilungen von Ch. Lenny in *Philadelphia*. III aus einem 430 Fufs tiefen Bohrloche am *Alleghany*-Flufs, 3 Meilen oberhalb *Tarentum*. IV. und V aus 650 und 680 Fufs tiefen Bohrlöchern, welche 200 Schritte von einander entfernt unterhalb *Tarentum* liegen. Ersteres liefert viel Steinöl, letzteres keines.

Lenny wurde zu diesen Bohrversuchen veranlafst durch den Umstand, dafs die auf einem Terrain von nicht weniger als 2000 engl. Quadratmeilen befindlichen Soolen nicht die mindeste Spur von schwefelsauren Salzen zeigen **). Das merkwürdige, bis jetzt noch nicht in Soolen nachgewiesene Vorkommen von Chlorbaryum in vorstehenden Analysen zeigt die Unmöglichkeit der Anwesenheit von schwefelsauren Salzen. Da in der Regel der Salzgehalt um so gröfser ist, je tiefer die Bohrlöcher niedergetrieben werden: so vermuthet Lenny, dafs die Salzlager wahrscheinlich tief in der Steinkohlen- oder in den oberen Schichten der silurischen Formation vorkommen möchten, wie diefs im benachbarten Staate *New-York* bei *Syracuse* oder bei *Abington* in *Virginia* der Fall ist. An diesen beiden Stellen tritt aber Gyps auf.

Der Hepatit zeigt das Vorkommen von Schwefelbaryum im Mineralreiche (Bd. I. S. 625) und er wird sich vorzugsweise in der Steinkohlen-Formation finden, wenn schwefelsaurer Baryt, wie in *England* und *Schottland*, in derselben vorkommt. Schwefelbaryum zersetzt Chlormagnesium, wobei

*) Silliman American. Journ. (2) T. VIII. S. 364. und T. IX. S. 449.

**) In *Deutschland* sind es die Soolen von *Kreuznach* und *Münster am Stein*, welche keine sckwefelsauren Salze enthalten (Bd. I. S. 54). Eiue von Baussingault analysirte Soole enthält gleichfalls keine Spur davon. Journ. f. pract. Chem. Bd. XXXVIII. S. 231.

Magnesiahydrat, Chlorbaryum und eine Verbindung von Schwefelbaryum mit Schwefelwasserstoff gebildet werden, und ein Theil des Chlormagnesium unzersetzt bleibt *), Schwefelbaryum zersetzt auch Chlorcalcium, wobei Kalkhydrat, Chlorbaryum und eine Verbindung von Schwefelbaryum mit Schwefelwasserstoff gebildet werden, und ein Theil des Chlorcalcium unzersetzt bleibt **). Ebenso wird Schwefelkalium durch Chlormagnesium zersetzt, wobei Magnesiahydrat, Chlorkalium und eine Verbindung von Schwefelkalium mit Schwefelwasserstoff gebildet werden, und ein Theil des Chlormagnesium unzersetzt bleibt ***).

Bei diesen drei Zersetzungsprocessen wird Wasser zer-

*) Bei Mischung concentrirter Lösungen von Schwefelbaryum und Chlormagnesium bildet sich sogleich ein Niederschlag, und selbst sehr verdünnte Lösungen beider Substanzen bewirken noch eine merkliche Trübung. Als eine concentrirte Lösung von Schwefelbaryum zu einer concentrirten Lösung von Chlormagnesium gesetzt wurde, bis kein Niederschlag mehr entstand, betrug die gefällte Magnesia 82,35 Proc., und in der davon abfiltrirten Flüssigkeit waren 17,64 Proc. von dieser Erde enthalten. Hier wurde also bei weitem die gröfsere Menge des Chlormagnesium zersetzt. Als die gefällte Magnesia in der Siedhitze des Wassers getrocknet wurde, entwickelte sich beim stärkeren Erhitzen Wasser; sie war daher als Hydrat gefällt worden, und wird daher ohne Zweifel stets als solches gefällt; die Menge des Hydratwassers wurde aber nicht bestimmt.

**) Bei Mischung concentrirter Lösungen von Schwefelbaryum und Chlorcalcium entsteht sogleich ein Niederschlag; aber selbst bei Mischung sehr verdünnter Lösungen zeigt sich noch eine Trübung. Als eine concentrirte Lösung von Schwefelbaryum zu einer concentrirten Lösung von Chlorcalcium gesetzt wurde, bis kein Niederschlag mehr entstand, betrug die gefällte Kalkerde 48,73 Proc., und in der davon abfiltrirten Flüssigkit waren 51,27 Proc. von dieser Erde enthalten. Da durch das Auswaschen des Niederschlags etwas Kalkerde aufgelöst wurde: so kann man annehmen, dafs die Hälfte des Chlorcalcium zersetzt wurde und die andere Hälfte unzersetzt blieb.

***) Als selbst eine concentrirte Lösung von Schwefelkalium zu einer concentrirten Lösung von Chlormagnesium gesetzt wurde, fiel erst nach einiger Zeit Magnesiahydrat nieder, dessen Menge 4,64 Proc. betrug.

legt, dessen Sauerstoff sich mit dem Metalle des zum Theil zersetzten Chlorür und dessen Wasserstoff sich mit dem Schwefel des zersetzten Schwefelmetalls verbindet. Ohne Zweifel bewirken alle Schwefellebern solche Zersetzungen. Selbst das schwerlösliche Schwefelcalcium bringt in einer concentrirten Lösung von Chlormagnesium eine Trübung hervor.

Da in den Soolen XLVI, XLVII und XLVIII Chlormagnesium und Chlorcalcium und in ersterem Steinöl vorkommen: so sind die Bedingungen zur Bildung von Chlorbaryum gegeben; neben diesem kann aber Gyps nicht bestehen.

Die Kenntnifs von Processen, wodurch Chlormagnesium zersetzt wird, ist nicht ohne Interesse, da dieses Salz in Gewässern so sehr verbreitet ist, und besonders im Meere und noch mehr in mehreren Salzseen in so bedeutenden Quantitäten vorkommt. Die Schwefellebern, die Zersetzungsmittel des Chlormagnesium, gehören nicht zu den seltenen Erscheinungen; denn überall wo auf schwefelsaure Alkalien und Erden organische Substanzen und organische Ueberreste wirken, bilden sie sich, und in den Schwefelquellen finden wir sie wirklich *). Die Gegenwart von Verbindungen der Schwefellebern mit Schwefelwasserstoff in diesen Quellen, wenn gleichzeitig Chlormagnesium vorhanden ist, findet in dem Vorstehenden ihre Erklärung.

Um die Möglichkeit der Entstehung der Salzsoolen aus den Absätzen des Meerwassers, mögen diese Absätze als reines Steinsalz oder im Gemenge mit sedimentären Gesteinen vorkommen, darthun zu können, wollen wir die mittlere Zusammensetzung des Meerwassers zu ermitteln suchen. Dazu scheinen sich am besten die Analysen von Bibra's (S. 1554), mit Ausnahme von No. XVI, zu eignen, weil sie Meerwasser von weit von einander abliegenden Orten des Ocean umfassen. Danach ist die mittlere Zusammensetzung desselben

*) Vielleicht ist das Magnesiahydrat im Mineralreiche durch einen solchen Zersetzungsprocefs entstanden. Nahm es Kohlensäure auf, so wandelte es sich in Magnesitspath oder in Hydromagnesit um. Das Vorkommen des Magnesit mit beigemengter Kohle in Gyps (*Hall* in *Tyrol*) deutet auf die Wahrscheinlichkeit einer solchen Bildung.

Betrag der Salze	3,527
Chlornatrium	75,786
Chlormagnesium	9,159
Chlorkalium	3,657
Bromnatrium	1,184
Schwefelsaurer Kalk . . .	4,617
Schwefelsaure Magnesia . .	5,597
	100,000

Aus den vorstehenden 48 Analysen von Soolen, welche in verschiedenen Ländern und in verschiedenen Formationen Ursprung nehmen, ergeben sich folgende Resultate:

1) Die Soolen I, II, VI, VIII, XI, XXXI bis XXXVIII, welche die gröfste Menge Salze enthalten (11,1 bis 26,39 Proc.), enthalten auch die gröfste Menge Kochsalz (93,72 bis 99,22 Proc.); in denjenigen hingegen, deren Betrag der Salze von 10,53 bis 0,82 Proc. herabsinkt, sinkt auch der Kochsalz-Gehalt von 95,71 bis auf 53,08 Proc. herab. Allgemein kann man zwar nicht das Gesetz aufstellen, dafs der Betrag der Salze in geradem Verhältnisse mit dem Kochsalz-Gehalte steht; denn z. B. in VIII ist jener 11,1, dieser aber nur 93,72, und dagegen in VII ist jener nur 2,00 und dieser 95,71; nie zeigt sich aber, wenn der Betrag der Salze dem Minimum nahe kommt, ein Kochsalz-Gehalt, der sich dem Maximum nähert. Die Soolen XXXI bis XXXVII, welche aus Steinsalz kommen, enthalten die gröfste Menge Salze überhaupt und ebenso die gröfste Menge Kochsalz, wie diefs auch im Steinsalze selbst der Fall ist. Da die schwachen Soolen ihren Salzgehalt nicht aus dem Steinsalze selbst, sondern aus sedimentären Gesteinen extrahiren (Bd. I. S. 169 ff.), und da auch solche Soolen, mit wenigen Ausnahmen, um so mehr Kochsalz enthalten, je reicher sie an Salzen überhaupt sind: so müssen diese Gesteine gleichfalls um so mehr Kochsalz enthalten, je reicher sie an Salzen überhaupt sind. Setzte sich aus dem Meere zuerst reines Steinsalz ab, wurde dieses später mit erdigen Sedimenten bedeckt, und finden wir auch darin mehr Kochsalz als das Meerwasser enthält: so konnte der Absatz des reinen Steinsalzes nicht so weit statt-

gefunden haben, dafs eine Mutterlauge übrig blieb, in der nur wenig Kochsalz, aber viel von den anderen Salzen des Meerwassers enthalten war; im Gegentheil auch in dieser Mutterlauge mufste der Gehalt an Kochsalz noch vorherrschend gewesen sein. Alles dieses führt zu der Annahme, dafs in den meisten Fällen, nach dem Absatze des reinen Steinsalzes, dieses sich auch dann noch fortwährend absetzte, als die mechanischen Absätze der erdigen Theile von Statten ging, und dafs sich beide Absätze dann mit einander mengten.

2) Unter den 48 Soolquellen sind es nur 2 (XLII und XLIV), in denen der Kochsalz-Gehalt bedeutend unter den im Meerwasser herabsinkt; in allen übrigen beträgt er entweder bei weitem mehr, als in diesem, oder kommt diesem sehr nahe. Die Soolen XLII und XLIV zeigen indefs, jene durch ihren bedeutenden Gehalt an schwefelsaurem Natron, diese durch ihren bedeutenden Gehalt an Chlorcalcium, eine so abnormale Zusammensetzung, dafs man annehmen mufs, die Salzmassen, aus denen sie ihren Gehalt entnehmen, verdanken eigenthümlichen und selten vorkommenden Verhältnissen ihren Ursprung.

3) Unter den übrigen 46 Soolen sind es nur 2 (XXIV und XLIV), in denen das Chlormagnesium mehr als im Meerwasser beträgt; in 6 (XXV, XXVII, XXVIII, XXXIX, XL und XLVI) beträgt es nahe so viel *), und in 14 fehlt es gänzlich, oder es sind nur Spuren davon enthalten. Unter diesen 14 sind 7 Soolen, welche aus Steinsalz kommen, die übrigen 7 haben einen so geringen Salzgehalt überhaupt, dafs sie denselben nur aus Gesteinen extrahiren können. Da demnach das Chlormagnesium nur selten mehr oder fast so viel als im Meerwasser beträgt: so kann es in den meisten Fällen nicht nur nicht im Steinsalze, sondern auch nicht in den, dasselbe bedeckenden

*) Bemerkenswerth ist, dafs XXIV, XXV, XXVII und XXVIII aus dem Uebergangsgebirge, und XLVI, so wie auch XLVII und XLVIII, welche gleichfalls viel Chlormagnesium enthalten, aus dem Steinkohlengebirge kommen. Ob dieses Vorkommen der an Chlormagnesium reichsten Soolen in den ältesten sedimentären Formationen etwas Zufälliges oder etwas Wesentliches ist, müssen weitere Untersuchungen entscheiden.

sedimentären Gesteinen in der Menge zurückgeblieben sein, wie in einer Mutterlauge, aus der sich Steinsalz abgeschieden hatte. Diese Mutterlauge ist daher entweder schon während des Absatzes der erdigen Sedimente im Meere, oder nach der Erhebung derselben über dasselbe, durch die schon in den ersten Zeiten durchfiltrirten Gewässer verdrängt und dem Meere unmittelbar oder mittelbar wieder zugeführt worden. In den ersten Perioden nach dem Absatze des Steinsalzes, in den verschiedenen sedimentären Formationen, mufs sich also stets der Kochsalzgehalt im Meerwasser in viel gröfserem Verhältnisse als das Chlormagnesium vermindert haben. Da aber, wie die Analysen der Soolquellen und der Flufswasser zeigen, in der gegenwärtigen Periode und gewifs schon seit langen Zeiträumen, bei weitem mehr Chlornatrium als Chlormagnesium dem Meere zugeführt wird: so wird das ursprüngliche Verhältnifs beider Chloride im Meerwasser nahe wieder erreicht worden sein, und wird noch immer mehr erreicht werden.

Das durch Abdampfen der Soolen erhaltene würfelförmige Kochsalz enthält bekanntlich Decrepitationswasser, das Steinsalz dagegen nicht. Jenes schliefst daher zwischen seinen Würfelflächen Mutterlauge ein, dieses nicht. Darin liegt offenbar der Unterschied, dafs das Kochsalz der Salinen bei weitem mehr Chlormagnesium als das Steinsalz enthält. Diese Verhältnisse deuten darauf hin, dafs der Absatz des Steinsalzes aus dem Meerwasser ausserordentlich langsam von Statten gegangen ist.

4) Unter den 46 Soolen ist nur eine einzige (XVIII), in welcher die schwefelsaure Magnesia mehr beträgt als im Meerwasser; in 21 Soolen fehlt sie gänzlich und in den übrigen beträgt sie viel weniger als im Meerwasser. Da dem Meere bedeutende Mengen schwefelsaurer Magnesia durch die Flüsse zugeführt werden (S. 1526), und nach den Analysen der Flufswasser, durchschnittlich 1,57 Mal so viel als Chlornatrium und Chlorkalium: so müssen die Gewässer in den Gebirgsgesteinen mehr von jenem schwefelsauren Salze, als von diesen Chloriden vorfinden. Die Mutterlauge, welche nach dem Absatze des Steinsalzes übrig blieb, und womit die späteren Absätze sedimentärer Gesteine getränkt wur-

den, mufs mithin reicher an schwefelsaurer Magnesia als an Kochsalz gewesen sein. Während daher die schwefelsaure Magnesia im Steinsalze meist gänzlich fehlt, und auch in den Soolen entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Verhältnissen vorhanden ist, mufs sie in denjenigen Gesteinen, aus welchen keine Soolen hervorkommen, aus denen aber die Gewässer Salze extrahiren, in viel gröfseren Mengen als Chlornatrium gegenwärtig sein. Dafs die schwefelsaure Magnesia in seltenen Fällen in bedeutenden Quantitäten im Steinsalze vorkommt, haben wir oben (S. 1676) gesehen; die Bitterwasser weisen sie dagegen auch in denjenigen Lagern nach, in denen diese Quellen entspringen.

Da die Flüsse bei weitem mehr schwefelsaure Magnesia als Chlormagnesium dem Meere zuführen: so mufs in den vom Meere abgesetzten sedimentären Gesteinen jenes Salz in viel gröfserer Menge als dieses zurückgeblieben sein. Die schwefelsaure Magnesia trocknete ein, während das nicht krystallisirbare Chlormagnesium mit der Mutterlauge zum Abfliefsen kam (S. 1682).

5) Unter den angeführten Soolen sind es 9, in denen der schwefelsaure Kalk in gröfseren, und 35, in denen er in geringeren Verhältnissen als im Meerwasser vorhanden ist; in 5 fehlt er gänzlich. Da dieses Salz das schwerlöslichste unter den Hauptbestandtheilen der Soolen ist: so würde es, wenn im reinen Steinsalze und in den mit demselben getränkten Gebirgsgesteinen neben Chlornatrium stets Chlormagnesium und schwefelsaure Magnesia vorhanden wären, immer weniger betragen, als diese Salze. Dieser Fall findet aber nur selten statt, und daher übersteigt die Menge des schwefelsauren Kalks die der beiden Magnesiasalze zusammen genommen in 26 Soolen, und nur in 17 Soolen ist sie geringer, als die dieser Magnesia-Salze. Da nun im Meerwasser die Menge des Chlormagnesium und der schwefelsauren Magnesia mehr als 3 Mal so viel als die des schwefelsauren Kalks beträgt: so ist dieser in den meisten Fällen in gröfserer Menge als jene abgesetzt worden. Was die Soolen zeigen, zeigen die Flufswasser in noch höherem Grade; denn der schwefelsaure Kalk, namentlich in den sich unmittelbar in das Meer ergiefsenden Flüssen, ist, nach dem kohlensau-

ren Kalk, der in gröfster Menge vorhandene Bestandtheil, und überwiegt bedeutend die Menge der Magnesiasalze.

Wenn das Meerwasser durch Verdunstung concentrirt wird, so mufs, da es dem Sättigungs-Zustande durch schwefelsauren Kalk viel näher ist, als dem durch Chlornatrium, der Absatz jenes Salzes viel früher, als der dieses Salzes erfolgen. Diefs zeigen auch die Versuche von Usiglio (S. 1680); aber nach denselben setzen sich beide Salze während einer längeren Zeit der Verdunstung gemeinschaftlich ab. In 13 Proben Steinsalz finden wir auch schwefelsauren Kalk, in 7 anderen keine Spur davon. Es scheint daher, dafs sich in diesen während der Krystallisation dieses Salz vom Chlornatrium gesondert hat. Drusen von Steinsalz, welche sich im Gyps, wie z. B. zu *Artern* finden (Bd. I. S. 206), zeigen gleichfalls eine solche Sonderung.

Ist alles Steinsalz ein Absatz aus dem Meere, so mufs das Liegende der reinen Steinsalz-Lager stets Gyps sein. Da sich aber der Bergmann hütet, das unterste und reinste Steinsalz-Lager zu durchbrechen, damit nicht die Wasser in die Gruben dringen: so ist dieses Liegende nicht bekannt. Das haben aber die bisherigen Bohrarbeiten gezeigt, dafs vor dem Erreichen des reinen Steinsalzes mehr oder weniger mächtige Lager von Gyps oder Anhydrit durchbohrt werden mufsten, und dafs diese in der Regel um so mehr Kochsalz enthielten, je näher sie dem Steinsalze kamen (Bd. I. S. 164 ff.).

Wo ein mehrfacher Wechsel zwischen Steinsalz und Gyps oder Anhydrit angetroffen wird, da kann der unter jedem Steinsalz-Lager liegende Gyps als der erste Absatz, und dieses Steinsalz als der darauf folgende zweite aus demselben Meerwasser gedacht werden. Aus demselben Meerwasser konnte aber nicht, nachdem sich bereits Gyps und Steinsalz in abgesonderten Lagern abgesetzt hatten, wieder Gyps abgesetzt werden. Der über dem Steinsalze liegende Gyps mufs daher von später zugetretenem Meerwasser herrühren. Finden wir, wie ganz gewöhnlich, Gyps oder Anhydrit als letzten Absatz im Steinsalzgebirge: so mufs das Meerwasser, ehe der Absatz des Chlornatrium begonnen hatte, zum Abflusse gekommen sein.

Das heutige Meerwasser enthält durchschnittlich 16,4 Mal so viel Chlornatrium als schwefelsauren Kalk. Das Verhältnifs beider Salze im Steinsalzgebirge kann man auch nicht einmal approximativ schätzen. Beachtet man aber die mächtigen Gypslager, welche man durchbohren mufs, ehe man zum reinen Steinsalze kommt: so leuchtet ein, dafs Chlornatrium und schwefelsaurer Kalk in dem Verhältnisse im Steinsalzgebirge nicht angetroffen werden, in welchem sie sich im Meerwasser finden. Es müssen daher Umstände statt gefunden haben, welche den Absatz der schwefelsauren Kalkerde in gröfserem Verhältnisse herbeigeführt haben, als den des Kochsalzes. Ein Hauptumstand liegt ohne Zweifel darin, dafs der im Meerwasser enthaltene schwefelsaure Kalk 0,63 von dem in seiner gesättigten Lösung beträgt, während das darin enthaltene Chlornatrium nur 0,07 von dem in seiner gesättigten Lösung ausmacht. Verdunsteten daher aus dem Meere nur 37 Proc. Wasser, so begann schon der Absatz des Gypses; dagegen mufsten 93 Proc. Wasser verdunsten, ehe der Absatz des Chlornatrium beginnen konnte. Letzteres Resultat stimmt ziemlich mit dem von Usiglio gefundenen überein.

6) Soolen, welche von den anderen mit Chlornatrium gemischten Salzen mehr als das Steinsalz enthalten, können nicht durch blofses Auflösen desselben entstehen. Ihre Bildung kann nur so gedacht werden, dafs die Gewässer, welche bis in die reinen Steinsalz-Lager dringen, sich mit Kochsalz sättigen, und während ihres Aufsteigens durch schwache, unreine Soolen verdünnt werden, oder dafs die Gewässer gar nicht in das reine Steinsalz dringen, sondern ihren Salzgehalt aus Gesteinen, welche, wie Salzthon und Gyps, Kochsalz enthalten, extrahiren. Die Soolen XXXI bis XXXVII in *Würtemberg* kommen unmittelbar aus dem erbohrten Steinsalz, sie enthalten durchschnittlich $\frac{5}{6}$ so viel Kochsalz, als das Wasser aufzulösen vermag; sie sind also dem Sättigungspuncte nahe. In ihrer Zusammensetzung kommen sie dem dort erbohrten Steinsalze (VI, VII und VIII) sehr nahe; sie enthalten aber mehr schwefelsauren Kalk (bis zu 2,27 Proc.) als dieses. Bei ihrem Aufsteigen müssen sie daher noch von diesem Salze auflösen, und dieses finden sie auch im Anhy-

drit und Salzthon, der 82 bis 155 Fuſs mächtig das reine Steinsalz bedeckt. Hier haben wir also einen Fall, wo eine im reinen Steinsalze entstandene Soole beim Aufsteigen noch Salze aufnimmt; denn die Soole V muſs auch noch Chlorcalcium auflösen. Ob diese Soolen in der Tiefe, wo das reine Steinsalz vorkommt, ganz mit Kochsalz gesättigt sind, und ob sie daher bei ihrem Aufsteigen durch zuflieſsende Gewässer verdünnt werden, darüber liegen keine Nachrichten vor. Enthält an anderen Orten der Salzthon neben Kochsalz beträchtliche Quantitäten anderer Salze, z. B. Chlormagnesium, und begegnen den aus dem reinen Steinsalze aufsteigenden mehr oder weniger mit Kochsalz gesättigten Soolen sehr verdünnte Lösungen, welche ihre Salze dem Salzthon entnehmen: so kommen unreine Soolen zu Tage. Auf diese Weise können Soolen entstehen, welche, wie XXIV zu *Nauheim*, bis zu 12,6 Proc. Chlormagnesium enthalten. Da in diesem Falle die aus dem reinen Steinsalze kommende Soole schon Kochsalz enthält: so muſs im Salzthon das Chlormagnesium noch mehr betragen, als es die Analyse der Soole nachweiset.

Dringen die Gewässer nicht bis zum reinen Steinsalze, sondern nur bis in den Salzthon und Anhydrit: so extrahiren sie ihren Salzgehalt nur aus diesem.

7) Da das Steinsalz fast überall mit einer undurchdringlichen Hülle von Thon oder Anhydrit umgeben ist: so kommen die wenigsten Soolen aus seinen reinen Lagern. Der Bergbau in *Sulz, Schwäbisch-Hall,* zu *Salins* und an anderen Orten giebt ein klares Bild von diesen Verhältnissen. Nur da, wo das Steinsalz, wie in *Siebenbürgen*, der *Marmorosch* in *Algerien*, am *Hualaga* in *Peru* u. s. w. zu Tage tritt, kommen die Soolen unmittelbar aus demselben *).

*) Dieſs ist die auf Beobachtungen gegründete Ansicht von Alberti (a. a. O. Bd. I. S. 32). Schon vor ihm (Bd. I. S. 176) habe ich es, gestützt auf die Bohrversuche zu *Artern* und *Staſsfurth*, für sehr wahrscheinlich gehalten, daſs diese Soolen bloſs in dem, das Steinsalz bedeckenden Gyps sich bilden, und daſs die Gewässer vielleicht nie oder doch nur höchst selten zu den Steinsalzlagern selbst dringen. Später (Bd. II. S. 194) erscheint es ihm aber unwiderlegbar, daſs die Soolen von *Artern* und

Aus der Vergleichung der Bd. I. S. 173 angeführten schwachen unreinen Soole X mit der dort gleichfalls angeführten fast gesättigten Bohrlochssoole XI ergiebt sich, daſs der groſse Gehalt an fremden Salzen in ersterer nur von den, das reine Steinsalz bedeckenden Lagern herrühren kann. Die Zusammensetzung der letzteren kommt der des reinen Steinsalzes sehr nahe. Gleichwohl ist nicht anzunehmen, daſs ihre nicht unbedeutenden Mengen von Chlormagnesium, Chlorkalium und schwefelsaurem Kali vom reinen Steinsalze herrühren; sie werden ohne Zweifel von der aufsteigenden Soole aus jenen Lagern extrahirt. Der schwefelsaure Kalk mag gleichfalls diesen Ursprung haben; er kann aber auch zum Theil von dem Gyps herrühren, der manchmal in Drusen des reinen Steinsalzes gefunden wird.

So weit führen die auf die Zusammensetzung des Meerwassers, des Steinsalzes und der Salzsoolen gegründeten Schlüsse. Wir sehen uns nun nach Erscheinungen um, welche den Weg weiter bahnen.

Wollaston*), welcher die vom Cap. Smyth in verschiedenen Tiefen des *Mittelländischen* Meeres geschöpften Proben von Meerwasser untersuchte, fand folgende Resultate.

Entfernung von *Gibraltar*	Tiefe	Spec. Gewicht	Salzmenge in 100 Th. Wasser.
680 engl. Meil.	2700 Fuſs	1,0294	4,05 Th.
450 „ „	2400 „	1,0295	3,99 „
50 „ „	4020 „	1,1288	17,3 „

Er schlieſst hieraus, daſs ein unterer Strom dichteren Wassers das Salz zum *Atlantischen* Ocean zurückführt, welches der obere in das *Mittelländische* Meer gebracht hat.

Macmichael fand zwischen dem spec. Gewichte des Wassers des *Mittelländischen* Meeres an der Oberfläche und in 1500 Fuſs Tiefe keinen Unterschied, welches mit Wol-

Staſsfurth aus Steinsalz kommen. Zu welchen Inconsequenzen führt doch der Geist des Widerspruchs! —

*) Philos. Transact. 1829. Part. I. P. 29.

laston's Bestimmungen übereinstimmt. Liston fand dagegen im Meere von *Marmora*

Breite	Länge	Spec. Gewicht	Tiefe
40° 30′	26° 12 O	1,0294	204 Fufs
40° 30′	26° 12	1,0215	Oberfläche
41° —	29° —	1,0157	180 Fufs
41° —	29° —	1,0145	Oberfläche

woraus man auf einen mit der Tiefe zunehmenden Salzgehalt schliefsen möchte. Auch nach Marsigli und Wilke soll das Wasser in der Tiefe dieses Meeres viel salzreicher, als an der Oberfläche sein, was durch Marcet's Untersuchungen bestätigt wurde. Diese Unterschiede können jedoch von den Strömungen des leichteren Wassers aus dem *Schwarzen* Meere herrühren *).

Gegen die Genauigkeit der Untersuchungen eines so ausgezeichneten und gewissenhaften Physikers, wie Wollaston war, ist gewifs nichts zu erinnern **). Es giebt aber noch andere Erscheinungen, welche zeigen, dafs in einer Wassersäule die Wassertheilchen, welche oben Salz aufgelöst haben, niedersinken, und dafs sich selbst in einer Salzwassersäule unten eine stärkere und oben eine schwächere Salzlösung ansammelt. Jene Erscheinung zeigt sich in den Sinkwerken (Bd. I. S. 166). In Bohrlöchern, die mit einer Soole erfüllt sind, zeigt sich die andere Erscheinung (Bd. I. S. 175). Da indefs zu *Artern* in 986 F. Tiefe Steinsalz erbohrt wurde: so könnte die bedeutende Zunahme des Salzgehaltes auch davon herrühren. Allein auch zu *Dürrenberg*,

*) Physikal. Wörterbuch. Neue Bearbeitung Bd. VI. S. 1631 u. 1644.

**) Muncke (Physikalisches Wörterbuch S. 1771) erhebt gleichwohl dagegen Zweifel. Wenn ich dieselben auch nicht theilen kann: so halte ich doch eine Wiederholung dieser Untersuchungen, da sie einen so wichtigen Gegenstand betreffen, für sehr wünschenswerth. Daher habe ich diesen Wunsch gegen Prof. Ch. Lyell ausgesprochen, und derselbe hatte die Güte, sich an Sir William Reid, Governor of Malta, zu wenden, um Wasser aus grofsen Tiefen des *Mittelländischen* Meeres zur chemischen Untersuchung zu erhalten. Bis jetzt war jedoch diese Verwendung ohne Erfolg.

wo kein Steinsalz erbohrt wurde, fand man, nachdem das Bohren aufgehört hatte, eine ziemlich regelmäfsige Zunahme des Salzgehaltes (Bd. I. S. 211). Auch der zu *Dürrenberg* angestellte Versuch (S. 212) zeigte eine bedeutende Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe. Es ist also unzweifelhaft, dafs in einer ruhig stehenden Säule einer Soole die Salztheilchen nach und nach hinabsinken *).

Da dieser Gegenstand von grofsem geologischen Interesse ist: so erschienen mir weitere Versuche nicht überflüssig.

1) In eine mit Wasser gefüllte senkrecht stehende Röhre von $8\frac{1}{2}$ F. Höhe liefs ich eine gesättigte Kochsalzauflösung auf der geneigten Fläche eines Trichters herabfiltriren. Die Auflösung flofs in der dünnsten Schicht langsam an den Wänden der Röhre in das Wasser und hatte Zeit genug, mit demselben sich zu mischen, ohne durch dasselbe zu sinken.

*) Die Abnahme der Temperatur in den Seen und im Meere mit der Tiefe zeigt, dafs in denselben Strömungen von oben nach unten statt finden, denen natürlich entgegengesetzte Strömungen von unten nach oben entsprechen (Meine Wärmelehre S. 138 ff.). Versuche, welche ich angestellt habe (ebend. S. 429), zeigten, dafs die geringste Zunahme des specif. Gewichts des Wassers auf seiner Oberfläche, hervorgebracht durch Erkältung, schon hinreicht, niedergehende Wasserströme zu verursachen. So wie aber Erkältung, so kann auch Verdunstung, und in Folge davon die Concentration des Salzgehaltes diefs bewirken. Erfolgt das Sinken der dadurch specif. schwerer gewordenen Wassertheilchen schneller, als die Vermischung mit den nächst gelegenen Wassertheilchen: so sinken jene durch diese. Vereinigen sich beide Wirkungen, die Zunahme des spec. Gewichts durch Erkältung und durch Verdunstung: so wird das Niedersinken der Wassertheilchen um so mehr beschleunigt. Die Zunahme des spec. Gewichts des Meerwassers durch Abnahme seiner Temperatur um 8° R. beträgt 0,001. Da nun eine viel geringere Abnahme seiner Temperatur schon niedergehende Strömungen hervorbringt: so sieht man, wie wenig Wasser auf der Oberfläche des Meeres zu verdunsten braucht, um gleichfalls niedergehende Strömungen zu bewirken.

Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden war in der Röhre

	der Kochsalzgehalt	
	oben	unten
	0,304 Proc.	0,176 Proc.
nach 5 Tagen	0,191 „	0,211 „

Innerhalb $2\frac{1}{2}$ Stunden war also noch der gröfste Theil der gesättigten Auflösung oben angehäuft. Nach 5 Tagen war aber der gröfsere Theil derselben herabgesunken, und es hatte sich eine Zunahme des Salzgehaltes von oben nach unten um ungefähr $\frac{1}{10}$ ergeben.

2) Eine senkrecht stehende unten verschlossene, oben offene Bleiröhre von $19\frac{1}{4}$ Fufs Höhe und 1 Zoll innerem Durchmesser wurde mit einer Kochsalz-Lösung gefüllt. In einer Zeit von drei Wochen zeigte sich kein merklicher Unterschied zwichen dem Salzgehalte im oberen und unteren Ende der Röhre.

3) Dieselbe Röhre wurde mit destillirtem Wasser gefüllt, und oben in dasselbe eine mit Kochsalz gefüllte, und mit Leinwand verschlossene Glasröhre gehangen. Um die Verdunstung zu verhüten, wurde die Bleiröhre mit einem Korkstopfen verschlossen. Erst nach 4 Tagen hatte sich das Kochsalz vollständig aufgelöst. Der Salzgehalt war im oberen und unteren Ende der Röhre ganz gleich und ebenso 2 Tage später. Nachdem die Röhre vom 2. März bis 2. November 1852 ruhig stehen geblieben war, war der Salzgehalt

	oben	in der Mitte	unten
	1,286	—	1,318 Proc.
drei Tage später	1,294	1,307	1,309 Proc.

Die durch das Auflösen des Kochsalzes entstandene concentrirte Auflösung war demnach innerhalb dreier Tage herabgesunken und hatte sich so mit dem Wasser gemischt, dafs sich eine Lösung von gleicher Stärke gebildet hatte. Später trat aber eine Sonderung ein: eine stärkere Lösung sank herunter, und es zeigte sich nach 8 Monaten ein Differenz zwischen unten und oben von 0,032 Proc. Dafs sich drei Tage später diese Differenz bis auf 0,015 Proc. vermindert hatte, kann nur davon herrühren, dafs durch das Herausneh-

men von Proben zur chemischen Bestimmung ihres Salzgehaltes *) eine Bewegung in der Flüssigkeit-Säule eingetreten war, wodurch eine theilweise Vermischung der Lösung in den verschiedenen Höhen stattgefunden hatte. Dafs aber wirklich in einer ruhig stehenden hohen Säule einer gleich starken Salzlösung eine Sonderung nach langer Zeit eintritt, wodurch eine stärkere Lösung zu Boden sinkt, ist durch vorstehende Versuche erwiesen, und es ist besonders bemerkenswerth, dafs diese Sonderung in einer Lösung, welche nur 1,3 Proc. Kochsalz enthielt, noch stattgefunden hatte. Ebenso hat der erste Versuch gezeigt, dafs eine concentrirte Salzlösung, wenn sie etwas schnell in eine Säule reinen Wassers fliefst, schneller herabsinkt, als eine vollständige Mischung mit dem Wasser erfolgen kann.

Durch Beobachtungen habe ich ermittelt, dafs am Boden einer Wassersäule von bedeutender Höhe (es war eine 6 Fufs hohe Röhre) die Temperatur-Veränderungen nur 0°,9 R., dagegen oben 1°,6 betragen, wenn sich die äufsere Temperatur um 4° ändert. Bei zunehmender äufsern Temperatur finden daher aufsteigende, bei Abnahme derselben niedergehende Wasserströme statt **). In jener Bleiröhre mufsten mithin, in Folge des oft wiederholten Wechsels der äufseren Temperatur, solche Strömungen fast täglich stattgefunden haben. Diese Strömungen wirkten aber der Absonderung stärkerer und schwächerer Salzlösungen entgegen. Der Wechsel in der äufsern Temperatur war zwischen dem November und Juli viel bedeutender, als zwisehen dem März und November; denn jener Zeitraum umfafste den Winter, das Frühjahr und den Sommer, dieser aber nur das Frühjahr, den Sommer und einen Theil des Herbstes. Daher zeigte sich

*) Die Kochsalz-Lösung hatte, wie zu erwarten war, das Blei nicht angegriffen; denn Schwefelwasserstoff durch die Lösungen geleitet, trübte sie nicht im mindesten. Nachdem am 6. Nov. die Röhre wieder vollgefüllt und bis zum 18. Juli 1853 ruhig stehen geblieben war, ergab sich der Salzgehalt

oben 1,372 unten 1,382.

**) Die Wärmelehre S. 438.

im zweiten Versuche eine geringere Differenz zwischen oben und unten, als im ersten.

Durch Verdunstung des Wassers aus einem Meere concentrirt sich der Salzgehalt auf der Oberfläche. Wäre ein Meer eine ruhig stehende Wassersäule: so müfste sich in ihm eine Zunahme des Salzgehaltes von der Oberfläche nach der Tiefe ebenso herstellen, wie in jenen Bohrlöchern. Bis zu der Tiefe aber, bis zu welcher die Bewegung der Wellen reicht *), vermischen sich die Wassertheilchen; bis dahin ist also der Salzgehalt gleich. Wenn er aber bis zu dieser Tiefe, in Folge der Verdunstung, auch noch so wenig zunimmt: so wird doch, wie in den Bohrlöchern, das specifisch schwerer gewordene Wasser in das specifisch leichtere des ruhigen Meeres sinken. So erklärt sich genügend jener gröfsere Salzgehalt in der Tiefe des *Mittelländischen* Meeres.

Diese Erscheinung ist aber noch an die Bedingung geknüpft, dafs dieses Meer durch die Flüsse und durch den Regen weniger Wasser zurück erhält, als es durch Verdunstung verliert, und diese Bedingung findet wirklich statt (S. 1561). In Beziehung auf die Strömung aus dem *Atlantischen* Meer in das *Mittelländische* bemerkt Kap. Smyth, dafs dieselbe in der Mitte stündlich 3 bis 6 engl. Meilen beträgt und eine Breite von 3½ Meilen hat. Schiffe, welche im Kanale von *Gibraltar* untergingen und im *Atlantischen* Meer wieder zum Vorschein kamen **), sprechen für einen unteren Strom in entgegengesetzter Richtung. Nach Smyth's Peilungen scheint jedoch die tiefste Stelle zwischen dem Kap von *Trafalgar* und *Spartel*, wo der Kanal am schmalsten ist, nur 1320 Fufs zu sein. Mit Recht bemerkt daher Lyell ***), dafs wenn

*) Diese Tiefe scheint derjenigen zu entsprechen, wo man auf dem Boden des Meers noch festgewachsene Thiere findet, denen dadurch ihre Nahrungsmittel zugeführt werden. Beide Tiefen scheinen 600 Fufs nicht viel zu übersteigen, welches mit unmittelbaren Beobachtungen übereinstimmt (S. 1606) Elie de Beaumont in Ann. de chim. et de phys. S. III. T. II. P. 118.

**) Philos. Transact. N. 385. P. 191. Gilberts Ann. T. LXVIII. P. 139.

***) Principles of Geology. London 1833 V. I. P. 297, und Elements of Geology, latest Edition P. 295.

Wasser, in Folge seiner zunehmenden Dichtigkeit, im *Mittelländischen* Meer bis zu gröfseren Tiefen als 1320 Fufs niedersinkt, es nicht in das *Atlantische* gelangen kann.

Im Weltmeer sind die Verhältnisse anders. Wenn sich auch in diesem die Wassertheilchen auf der Oberfläche durch Verdunstung concentriren und niedersinken: so mischt sich doch dieses salzreichere Wasser, in Folge der grofsen Meeresströmungen, beständig mit dem salzärmeren, und kann sich daher nicht local anhäufen. Dazu kommt, dafs das Weltmeer, in seiner ganzen Ausdehnung genommen, durch die Flüsse und durch Regen und Schnee immerfort eben so viel Wasser wieder zurückerhält, als es durch Verdunstung verliert. Eine mit Bestimmtheit nachweisbare Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe haben auch die bisherigen Untersuchungen nicht ergeben (S. 1549). Lenz *) schöpfte Wasser bis zu Tiefen von 6000 F., welche daher um 2000 F. gröfser sind, als die, woraus Kap. Smyth geschöpft hat, und doch zeigte sich keine Zunahme des spec. Gewichts.

Nur in eingeschlossenen Meeren, oder wenigstens in solchen, welche nur durch enge Kanäle mit dem Weltmeer communiciren, und defshalb an jenen grofsen Strömungen keinen Antheil nehmen, kann, in Folge der oben angeführten Ursachen, eine Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe gedacht werden. Dafs eine solche partielle Zunahme keine allgemeine Abnahme des Salzgehaltes im Weltmeere herbeiführen kann, ist leicht einzusehen, wenn man erwägt, dafs dieses durch die Flüsse nicht reines, sondern Wasser zugeführt erhält, welches Salz, wenn auch in noch so geringen Mengen enthält (S. 1527).

Was Lyell **) in Beziehung auf die Sättigung des Wassers in der Tiefe des *Mittelländischen* Meeres mit Salz, und den Absatz ausgedehnter Steinsalzlager sagt, giebt Anlafs zu der Bemerkung, dafs wenn das Wasser auf der Oberfläche durch Verdunstung selbst ganz mit Salz gesättigt werden sollte, diese gesättigte Flüssigkeit doch nicht ganz unver-

*) Poggendorff's Annal. Bd. XX. S. 110.

**) Ebend. S. 298.

mischt mit salzärmerem Wasser in die Tiefe kommen könnte. Fände auch gar keine Wellenbewegung statt: so würde doch eine solche Mischung eintreten; um so mehr aber, wenn das Meer in heftiger Bewegung ist. In der Jetztzeit hat sich daher gewifs noch kein Steinsalz auf dem Boden des *Mittelländischen* Meeres abgesetzt, und diefs scheint auch nicht die Meinung Lyells zu sein. Erst wenn der in einer Tiefe von 4020 Fufs gefundene Salzgehalt von 17,3 Proc. nach und nach immer höher heraufrückt, und endlich die Oberfläche erreicht: so wird der Salzgehalt noch mehr zunehmen. So lange indefs das *Mittelländische* Meer fortwährend Zuflüsse von süfsem Wasser durch die Flüsse und durch den Regen so wie vom Meerwasser aus dem *Atlantischen* Ocean erhält, wird es schwerlich zur vollständigen Sättigung kommen.

Sollte durch irgend ein Ereignifs der Zusammenhang zwischen dem *Mittelländischen* und dem *Atlantischen* Meere, und mithin der Zuflufs aus diesem aufgehoben werden: so würden sich die Verhältnisse wesentlich ändern. Dann würde die Verdunstung die Oberhand über das zuströmende Wasser der Flüsse gewinnen, und das ganze *Mittelländische* Meer würde eine gesättigte Auflösung, und die Steinsalzbildung eine Nothwendigkeit werden. Solche Verhältnisse haben vielleicht im *Todten* Meere statt gefunden.

Könnte nachgewiesen werden, dafs sich das Steinsalz stets in Becken fände, welche durch die Ränder älterer Gebirge begrenzt würden: lo liefsen sich solche Becken mit ehemaligen grofsen Meerbusen vergleichen, in denen bedeutende Quantitäten Meerwassers eingeschlossen gewesen wären, die, nach ihrer allmäligen Verdunstung, ihre Salze zurückgelassen haben würden. Es möchte aber schwer werden, solche Ränder überall in den Umgebungen der Steinsalz-Lager zu finden: namentlich nicht in den Umgebungen der mächtigen Steinsalz-Lager in *Würtemberg*, *Baden* und dem Grofsherzogthum *Hessen*.

Wie sich jedoch jetzt noch Lager von Kochsalz aus dem Meerwasser bilden, zeigen die *Bessarabischen* Küsten des *Schwarzen* Meeres. Von der Mündung der *Donau* bis zu der des *Dniepr* erweitern sich alle Flüsse vor ihrem Ausflusse in das Meer zu gröfseren oder kleineren Landseen

(Limans), welche von demselben durch einen Damm getrennt sind. Durch eine in diesem Damm befindliche Oeffnung strömen die Flüsse aus, oder es strömt auch bei Sturmfluthen das Meerwasser in diese Limans ein. Die grofsen Limans der grofsen Flüsse, *Dniepr*, *Dniestr* u. s. w., in welche bedeutende Massen süfsen Wassers fliefsen, sind so schwach gesalzen, dafs der Salzgehalt nicht einmal zu schmecken ist. Die drei *Bessarabischen* Limans südwestlich von *Odessa* trocknen aber in jedem Sommer theilweise aus und setzen ihr Salz nahe am Ufer in sehr kleinen Krystallen ab, welche nur $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll hohe Lager bilden; in der Mitte der Limans sind aber die Krystalle gröfser und bilden daselbst oft 1 Fufs hohe Lager. Dieses Salz wird zur Salzgewinnung benutzt, und im Jahre 1826 soll man aus den drei *Bessarabischen* Limans über 6 Millionen Pud (240 Millionen Pfund) gewonnen haben *). Dafs in vorhistorischen Zeiten auf gleiche Weise solche Salzabsätze statt gefunden haben werden, ist nicht zu bezweifeln. Denkt man sich eine fortwährende Senkung solcher Küsten und des Meeresbodens: so hat man ein Bild einer Steinsalzbildung in einem nicht kleinen Maafsstabe. Einer jener Limans ist mehr als 40 engl. Meilen lang und 2 bis 3 Werste breit.

Wird eine Meeresbucht durch Sandbänke vom Ocean so abgetrennt, dafs nur eine beschränkte Communication übrig bleibt: so werden, in Folge der Verdunstung des eingeschlossenen Meerwassers, Salzabsätze wie in den Salzgärten des *Mittelländischen* Meeres entstehen. Wird eine solche Bucht von den Sandbänken so eingeschlossen, dafs nur zur Zeit der Fluth das Wasser des Ocean über sie fliefsen kann: so wird das verdunstende Wasser immer wieder eresetzt, und die Salzabsätze dauern fort, bis die ganze Bucht durch sie und durch mechanische Sedimente ausgefüllt ist. Würde z. B. das *Rothe* Meer oder der *Persische* Meerbusen auf solche Weise vom Ocean abgetrennt: so würden sich unter der Voraussetzuug, dafs die Süsswasser-Zuflüsse weniger als die Verdunstung betrüge, was von diesen in und nahe an der

*) J. G. Kohl Reisen in Süd-Rufsland Bd. I. und II. 1841.

heifsen Zone gelegenen Meerbusen angenommen werden kann, Salzlager von einer Ausdehnung bilden, gegen welche unsere *Europäischen* verschwänden. Sollten die abtrennenden Sandbänke eine Höhe erreichen, über welche das Wasser des Ocean nicht mehr fliefsen könnte: so würde dieses doch noch fortwährend durch den Sand filtriren, und der in Lösung zugeführte kohlensaure Kalk würde in Folge der Verdunstung zum Absatze kommen. Lager von Steinsalz, Gyps und Kalkstein würden die schon vorhandenen Korallenbänke und Riffe einschliefsen, wozu noch die mechanischen Absätze der durch die Flüsse eingeführten schwebenden Theile kommen würden. Alle, die Steinsalzlager begleitenden sedimentären Gesteine würden daher das Material zu ihrer Bildung finden.

Das Wasser des 60 engl. Meilen langen und 15 M. breiten *Todten* Meer, dessen Zusammensetzung (S. 1541) mitgetheilt worden, kann nur eine durch Verdunstung aus Meerwasser oder aus anderem salzigen Wasser entstandene Mutterlauge sein. Auch die verhältnifsmäfsig bedeutende Menge von Brommagnesium läfst auf eine lange anhaltende Verdunstung schliefsen; denn nur in concentrirten Mutterlaugen, aus denen sich viel Kochsalz ausgeschieden hat, finden sich solche Mengen Brommagnesium. Da dieses Meer nur Zuflüsse, aber keine Abflüsse hat, und wegen seiner tiefen Lage auch keine unterirdischen Abflüsse haben kann: so geht das zugeführte Wasser nur durch Verdunstung wieder fort und läfst seinen Salzgehalt zurück.

Das Wasser des *Todten* Meer ist einem bedeutenden jährlichen Steigen und Fallen unterworfen. Die Winterregen und das Schmelzen des Schnee's auf dem *Anti-Libanon* bewirken ein Steigen um mehrere Fufs, während die lange anhaltende intensive Sommerhitze eine bedeutende Verdunstung verursacht. Robinson und Smith*) fanden in dem Treibholze längs der Küste entschiedene Zeichen, dafs der Wasser-

*) Notes on the geology of several parts of Western Asia: founded chiefly on specimens and descriptions from American Missionaries, by Edw. Hitchcock in Reports of the Meetings of the association of american geologists. Boston 1843. P. 369.

stand in einer Jahreszeit fünfzehn Fufs höher war, als zur Zeit ihrer Anwesenheit, und dafs daher bedeutende Schwankungen in demselben statt finden müssen. Das sich südlich hinziehende Thal hat in einer Länge von mehreren Meilen eine sehr niedrige Lage; ein Steigen des Wassers um wenige Fufs mufs sich daher mehrere Meilen weit gegen Süden erstrecken.

Diese bedeutende Zunahme der Fläche des *Todten* Meer befördert allerdings im hohen Grade die Verdunstung; gleichwohl übertrifft eine solche Verdunstung in einem heifsen Klima unsere Vorstellungen, die wir uns davon gewöhnlich zu machen pflegen *).

Das Wasser des *Jordan*, des Hauptflusses der sich in das *Todte* Meer ergiefsenden Gewässer, wurde von Hermbstädt **) und von Boutron-Charland und O. Henry ***) analysirt. Die erstere Analyse ist aber gewifs nicht richtig. Das Wasser zur letzteren Analyse wurde am 2. April 1850 da geschöpft, wohin sich die Pilger zu begeben pflegen, etwa 3 Stunden vom Ausflusse des *Jordan* entfernt. Das Wasser war klar, ohne merklichen Geschmack und von schwachem Geruch nach Erdöl. In 100000 Th. Wasser waren enthalten:

*) Zu *Port-Louis* auf *Mauritius* betrug die Verdunstung
im Jahr 1841 . . . 4′ 6″ 7‴ par. Fufs
„ „ 1842 . . . 4′ 4″ 2 „ „
Pogggendorff's Ann. Bd. LXI. S. 414. Obgleich diese Verdunstung sehr bedeutend ist, so wird sie doch durch die aus dem *Todten* Meer bedeutend übertroffen.

**) Schweigger's Journ. Bd. XXXIV. S. 183.

***) Jahrbuch f. Mineral. u. s. w. 1853. S. 187 aus dem Journ. de Pharm. 1852. T. XXI. P. 161.

Chlornatrium	52,5
Chlormagnesium	25,0
Chlorkalium	Spur
Schwefels. Kalk }	7,5
„ „ „ Magnesia . . . }	
Erdige Bicarbonate . . .	15,2 *)
Kieselsäure }	5,0
Organischer stickstoffhaltiger }	
bituminöser Stoff }	
	105,2

Das Wasser des *Jordan* zeigt eine Zusammensetzung, welche von der aller bis jetzt analysirten Flufswasser gänzlich abweicht. Es enthält 3,4 Mal so viel Bestandtheile und 22,5 Mal so viel Kochsalz als das Wasser der *Themse*, welches unter den sich in das Meer ergiefsenden Strömen das reichste an Bestandtheilen überhaupt, als an Kochsalz insbesondere ist. Entweder ist daher das ganze Flufsgebiet des *Jordan* mit Chlorüren getränkt, oder der See *Tiberias*, aus dem dieser Flufs kommt, enthält eine ungewöhnliche Menge Chlorüre. Hitchcock vermuthet, dafs die heifsen Quellen an der westlichen Küste dieses See's, deren Geschmack überaus salzig und bitter ist, die Hauptquelle der eigenthümlichen Zusammensetzung des *Todten* Meer sei.

Die Ufer dieses Meeres sind voll Salz. An der südwestlichen Küste findet sich ein interessanter Absatz von Steinsalz, genannt Kashum Usdum. Er bildet einen Rücken von 100 bis 150 Fufs Höhe und 5 engl. Meilen Länge, und ist bedeckt an mehreren Stellen mit Lagern von Kreidekalk. In demselben fand Hitchcock deutliche Spuren von schwefelsaurem Kalk und schwefelsaurer Magnesia. Daher, meint

*) In der Uebers. steht 115,2. Diefs kann jedoch nicht richtig sein; denn dann würde die Summe der Bestandtheile nicht, wie angegeben, 105,2, sondern 205,2 betragen; eine so grofse Menge von erdigen Bicarbonaten finden sich aber selbst nicht in Säuerlingen, welche am reichsten an diesen Bestandtheilen sind.

er, kann Usdum nicht der Hauptursprung der Salze im *Todten* Meer sein. Nach Bertou *) sollen die von den Bergen des Thales *Waddi el Chlor* herabkommenden Salzbäche den hohen Salzgehalt des *Todten* Meer veranlassen.

Nach Strabo's Erzählung bedeckt das *Todte* Meer den ehemaligen Boden der Städte *Sodom* und *Gomorra*, welche durch ein, mit heftigen Feuerausbrüchen begleitetes Erdbeben (oder, nach den Worten der Bibel durch einen Schwefelregen) zerstört worden sein sollen. Nach Rufsegger's **) Beobachtungen soll das ganze Thal des *Jordan* eine grofse, wahrscheinlich in Folge vulkanischer Wirkungen gebildete Spalte sein. Hitchcock zieht dagegen aus den Untersuchungen der Missionäre den Schlufs, dafs keine Zeichen einer eigentlichen vulkanischen Eruption in oder um das *Todte* Meer herum vorhanden seien. Krater und Lava mögen in dem Gebirge östlich von demselben vorkommen; wenn aber der See selbst die Ausfüllung eines Krater wäre: so würde es unbegreiflich sein, warum nicht Lava an der westlichen Küste zu finden wäre.

Bertou und insbesondere Letronne ***) haben die Gründe für die ursprüngliche Trennung der Bassins des *Todten* und *Rothen* Meer aus einander gesetzt. Rufsegger hält es dagegen für möglich, dafs das *Todte* Meer einst das ganze *Jordanthal* bedeckt und mit dem *Rothen* Meer communicirt habe, und dafs erst durch die Erhebung des Rükkens zwischen dem *Waddi el Chlor* und dem *Waddi el Araba* beide Meere von einander abgeschnitten worden seien.

Wäre Rufsegger's Ansicht gegründet: so würde das Wasser des *Todten* Meer eine durch Verdunstung des Meerwassers entstandene Mutterlauge sein. Da der Spiegel desselben 1314 bis 1341 F. unter dem des *Mittelländischen* Meer liegt †): so würde dann eine Wassersäule von dieser Höhe durch Verdunstung verschwunden sein. Da indefs al-

*) Bulletin de la Soc. de Géographie. Jan. 1839. T. X. P. 274.

**) Poggend. Ann. Bd. LIII. S. 182.

***) Nouvelles Annales des Voyages P. 1839.

†) Poggendorff's Annal. Ergänzungsband 1840. S. 356 und Seymond in Compt. rend. T. XX. P. 884.

les Land in den Umgebungen des *Todten* Meer bis zu dieser Höhe mit Meerwasser bedeckt gewesen wäre: so würde eine Wassermasse verdunstet sein, die sich noch bis jenseits des See *Tiberias* erstreckt hätte; denn auch dieser See liegt nach Symond noch 84 Fufs unter dem *Mittelländischen* Meer. Durch Concentration einer so grofsen Wassermasse hätte wohl durch Ausscheidung von Kochsalz eine so gesättigte Mutterlauge entstehen können, wie sie das *Todte* Meer darstellt. Ehrenberg*) fand indefs in Wasser- und Grundproben aus dem *Todten* Meer vorherrschend jetzt lebende, auch fortpflanzungsfähige Süfswasser-Formen und schliefst hieraus, dafs es ein brackischer Süfswasser-See sei, der nie im directen Zusammenhange mit dem Meere war, da die kleinen Organismen desselben fehlen, oder nur unbedeutend repräsentirt sind.

Gegen diese Schlüsse sind jedoch einige Erinnerungen zu machen. Die Ufer des *Todten* Meer bestehen aus Kreidekalk. Ringsumher und namentlich im Thale des *Jordan* zieht sich das Kalkgebirge zum Theil bis zu unbekannten Entfernungen fort. Dieser Flufs und alle übrigen Zuflüsse führen also täglich dem *Todten* Meer kohlensauren Kalk in Auflösung zu. Im Frühjahre, wenn der Schnee schmilzt, oder nach starkem Regen, wenn die Gewässer sich trüben, kommen noch grofse Quantitäten von schwebendem kohlensauren Kalk hinzu. All dieser kohlensaure Kalk bleibt in demselben. Gleichwohl weisen die Analysen seines Wassers keinen kohlensauren Kalk unter seinen Bestandtheilen nach. Also nicht blofs der in Suspension zugeführte kohlensaure Kalk, sondern auch der aufgelöste werden abgesetzt. Ehrenberg fand, dafs der Schlamm aus dem Meeresgrund stark mit Säuren braust und unter dem Mikroskope sehr reich an Polythalamien erscheint. Es ist also keine Frage, der Grund des *Todten* Meer mufs mit mächtigen Sedimenten bedeckt sein. Sollte nun dieses Meer jemals mit dem Ocean in Communication gestanden haben: so würden die damaligen Meeres-Organismen längst unter diese Sedimente begraben worden sein, und könnten daher jetzt nicht mehr gefunden wer-

*) Jahrbuch für Mineralogie 1850. S. 489.

den. Das Vorkommen der Süſswasser-Formen im *Todten* Meer kann mithin nicht gegen einen vormaligen directen Zusammenhang mit dem Ocean beweisen.

So lange nicht Zuflüsse zum *Todten* Meer gefunden werden, welche viel Chlormagnesium und wenig oder gar kein Chlornatrium enthalten, kann die Zusammensetzung seines Wassers nur aus einer bedeutenden Ausscheidung des letzteren Salzes erklärt werden. Solche Zuflüsse sind aber nicht zu vermuthen, da weder die Steinsalz-Lager, noch die Salzsoolen, noch das Meerwasser mehr Chlormagnesium als Chlornatrium enthalten, sondern im Gegentheile jenes entweder ganz fehlt oder, im Verhältnisse zu diesem, doch nur wenig beträgt. Wäre das Salzwasser des *Todten* Meer durch Verdunstung des Wassers des *Mittelländischen* Meer entstanden: so würde sich 13 Mal so viel Kochsalz ausgeschieden haben, als es jetzt noch enthält. In diesem Falle hätte das 37fache seiner dermaligen Wassermenge verdunsten müssen. Die Annahme, das Wasser des *Todten* Meer sei ursprüglich so zusammengesetzt gewesen, wie jetzt, entbehrt alle Wahrscheinlichkeit.

Das Kochsalz, welches sich auf dem Grunde des *Todten* Meer abgesetzt hat und noch fortwährend abgesetzt wird, scheidet sich gleichzeitig mit dem in seinen Zuflüssen aufgelösten kohlensauren Kalk aus. Diesen chemischen Niederschlägen mengen sich, da die Salzberge in der Umgebung auch mit Mergellagern bedeckt sind, thonige Theile bei. Im Frühjahre, wo die Zuflüsse durch Kalk- und Thontheilchen getrübt sind, entstehen bloſs mechanische Absätze; denn in dieser Zeit, wo durch Zuführung bedeutender Wassermassen die Salzlösung verdünnt wird, und die Verdunstung unbedeutend ist, schlägt sich kein Kochsalz nieder. Darauf folgen in der warmen Jahreszeit die chemischen Niederschläge von Kochsalz und kohlensaurem Kalk. Trüben sich in dieser Jahreszeit die Zuflüsse durch anhaltende Regen: so entstehen an Kochsalz weniger reiche Sedimente. So muſs sich ein beständiger Wechsel von verschiedenen unregelmäſsigen, mehr oder minder dicken Schichten bilden. Alle diese Schichten werden Gyps enthalten, da, wie wir unten sehen werden, in einem Wasser, welches so viel Chlormagnesium, wie das

Todte Meer enthält, der Gyps höchst schwerlöslich ist, wie diefs auch der geringe Gehalt dieses Salzes in ihm zeigt. Der dem *Todten* Meer zugeführte schwefelsaure Kalk kommt daher zum Absatze.

Diese Bildungen auf dem Grunde des *Todten* Meer bieten ein treues Bild von der Entstehung der Gemenge des Steinsalzes mit sedimentären Massen, wie z. B. des Salzthons dar. So besteht z. B. der mächtige Salzstock zu *Hall* in *Tyrol* aus durchaus regellos gemengten Niederschlägen *). Im *Dürrenberg* bei *Hallein* ist manchmal der Thon sparsam mit dünnen, oft kaum eine Linie dicken Lagen von Steinsalz und Gyps nach allen Richtungen durchzogen **).

Drei Salzthone von *Berchtesgaden* unterscheiden sich, nach Schafhäutl ***), von den gewöhnlichen Thonarten durch einen starken Gehalt an kohlensaurer Magnesia und etwas Schwefeleisen. Erst nachdem das feingeriebene Mineral durch Waschen von Kochsalz und Gyps befreit worden, braust es mit Säuren. Die löslichen Substanzen bestanden aus Chlornatrium, Chlormagnesium und schwefelsaurem Kalk; die unlöslichen hatten die Zusammensetzung

	I	II	III
Kieselsäure	47,75	53,00	6,45
Thonerde	12,90	17,10	4,80
Kohlensaurer Kalk .	4,85	1,85	42,40
Kohlensaure Magnesia	14,45	12,33	40,60
Kohlens. Eisenoxydul	16,81	14,55	0,90
Bitumen	2,53	1,18	4,31
Wasser	0,68	—	—
Schwefel	—	—	0,51
	99,97	100,01	99,97

I. Lichtgrauer Salzthon, welcher die Räume zwischen den braunen Salzkrystallen ausfüllt.

*) Kopf im Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XV. S. 425.

**) Schroll in v. Moll's Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde Bd. I. S. 199.

***) Münchener gelehrte Anzeigen 1849. No. 183.

II. Eine dunklere Sorte.

III. Schwärzlichbrauner Salzthon, riecht beim Zerschlagen bituminös und entwickelt mit Salzsäure Schwefelwasserstoffgas.

Der Absatz ähnlicher Salzthone, wenn auch nicht mit so reichem Gehalte an kohlensaurer Magnesia, der sehr bemerkenswerth ist, könnte wohl im *Todten* Meer gedacht werden. Wenn einst dieses Meer ganz ausgefüllt sein wird mit Sedimenten: so wird ohne Zweifel ein mächtiges Gebilde dieser Art entstanden sein.

Marchand *) fand in einer Erde aus der, westlich vom *Todten* Meer gelegenen Salzwüste *Zeph* 16 Proc. löslicher Salze und darunter eine reichliche Menge Brommagnesium. Höchst wahrscheinlich ist diese salzhaltige Erde ein Absatz aus dem ausgetretenen *Todten* Meer, da, wie oben bemerkt wurde, das mehrere Meilen lange Thal eine sehr tiefe Lage hat, und da eine reichliche Menge Brommagnesium nur von einer im Boden eingetrockneten Mutterlauge, wie das *Todte* Meer ist, herrühren kann.

In den mir bekannt gewordenen Reiseberichten finde ich nirgends Absätze von Kochsalz auf dem Grunde des *Todten* Meer erwähnt. Was übrigens in den tiefsten Stellen dieses Meeres vorkommt, weifs man nicht **).

Das Chlornatrium verliert seine Löslichkeit im Wasser um so mehr, je mehr darin Chlormagnesium aufgelöst ist. In Wasser, welches 27,4 Proc. Chlormagnesium enthält, lösen sich ungefähr nur 2 Proc. Chlornatrium auf. Je mehr sich daher durch Abdampfen einer Salzsoole oder eines Meerwassers das Chlormagnesium concentrirt, desto mehr scheidet sich Chlornatrium aus. Nach 18 Analysen von Mutterlaugen, welche durch Abdampfen der Soolen S. 1690 bis 1692 auf den dortigen Salzwerken erhalten wurden ***), fällt die Summe des Gehaltes an Chlormagnesium und Chlornatrium zwischen die

*) Poggendorff's Annal. Bd. LXXVI. S. 463.

**) Moore und Beck fanden das Meer an einigen Stellen 1800 Fufs tief. Journ. of the geograph. Soc. V. VII. P. 456.

***) Heine a. a. O.

Grenzen 22,1 und 28,8 Proc. Da sich indefs aus den untersuchten Proben meist etwas Chlornatrium ausgeschieden hatte, welches durch Erwärmen der Mutterlauge wieder aufgelöst wurde: so würde sich jenes Maximum vermindert haben, wenn das ausgeschiedene Salz in Abzug gebracht worden wäre. Die Summe des Gehaltes an Chlornatrium und Chlormagnesium scheint daher stets nahe gleich zu sein und der Zahl 22,1 ziemlich nahe zu kommen. Diefs ist um so mehr zu erwarten, da die schwefelsauren Salze, welche in gröfserer oder geringerer Menge in den Mutterlaugen vorhanden waren, die Löslichkeits-Verhältnisse des Chlornatrium und Chlormagnesium veränderten. Das Chlorcalcium scheint nahe in demselben Verhältnisse, wie das Chlormagnesium, die Löslichkeit des Chlornatrium und auch des Chlorkalium zu vermindern. In zwei von Heine untersuchten Mutterlaugen, welche diese vier Chloride enthielten, betrug die Menge derselben 29,5 bis 29,9 Proc.

Im *Todten* Meer betragen diese vier Chlorüre in den Analysen I—IV. 21,4 bis 26,2 Proc. *). Das Wasser dieses Meeres ist also, weil es viel von den erdigen Chlorüren enthält, mit Kochsalz gesättigt, und da dieses Salz ihm durch den *Jordan* und durch die übrigen Zuflüsse immerfort zugeführt wird, so mufs es sich beständig ausscheiden. Diefs zeigt auch die Vergleichung der Analysen I, II und IV mit der von III ganz auffallend. In dem von Klaproth **) analysirten Wasser des *Todten* Meer hatte sich auch ein cubischer Salzkrystall, also unzweifelhaft Kochsalz ausgeschieden. Da das Wasser dieses Meeres schon an der Oberfläche

*) In Betreff der davon ganz abweichenden Verhältnisse in der Analyse V beziehen wir uns auf S. 1542. Anmerkung 5.

**) Beiträge zur chemischen Kenntnifs der Mineralkörper Bd. V. S. 185. Klaproth fand 7,8 Proc. Chlornatrium, 24,2 Chlormagnesium und 10,6 Chlorcalcium. So viel konnten aber diese beiden zerfliefslichen Salze unmöglich betragen haben; denn sonst hätten, nach Heine's Untersuchungen, nicht 7,8 Chlornatrium vorhanden sein können. Aus dem Gange von Klaproth's Analyse ergiebt sich, dafs er das Chlormagnesium und Chlorcalcium nicht im wasserfreien Zustande bestimmt hat.

eine, den Mutterlaugen der Salinen entsprechende gesättigte Auflösung ist: so kann eine Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe nicht gedacht werden. Also auch diese Verhältnisse führen auf eine Ausscheidung des Kochsalzes, in Folge der Verdunstung des Wassers. Wir haben daher im *Todten* Meer eine Steinsalzbildung vor unsern Augen.

Der See von *Oroomiah* im nordwestlichen *Persien*, welcher 80 engl. Meilen lang und an einigen Stellen 30 M. breit ist, ist auch ein Salzsee. Nächst dem *Todten* Meer enthält sein Wasser weit mehr Salze als irgend ein anderer bis jetzt analysirter Salzsee. Er hat, wie das *Todte* Meer, keinen Abflufs; er liegt aber wahrscheinlich 4000 Fufs über dem *Schwarzen* Meer. Nur wenige kleine Flüsse ergiefsen sich in ihn. Das specif. Gewicht seines Wassers ist 1,155 und seine Zusammensetzung

Chlornatrium	19,05	92,70
Chlormagnesium . . .	0,52	2,53
Schwefelsaurer Kalk . .	0,18	0,88
Schwefelsaure Magnesia	0,80	3,89
Wasser	79,45	
	100,00 *)	100,00

Die Zusammensetzung dieses Salzwassers ist ganz verschieden von der des *Todten* Meer. Weil in jenem das Chlormagnesium nur sehr wenig beträgt: so kann darin eine viel gröfsere Menge Chlornatrium aufgelöst sein, als in diesem. Die Verhältnisse in der zweiten Zahlenreihe sind sehr verschieden von der Zusammensetzung des reinen Steinsalzes; man kann daher den *Oroomiah*-See nicht als eine blofse Auflösung von reinem Steinsalze betrachten **).

*) Hitchcock a. a. O. P. 404. Dieser Chemiker gab, nach Marcet's Ansicht, Chlormagnesium, Chlorcalcium und schwefelsaures Natron als Bestandtheile an; ich habe aber diese Salze auf Chlornatrium, schwefelsauren Kalk und schwefelsaure Magnesia reducirt.

**) Marcet, welcher lange vorher das Wasser dieses See's analysirt, sich aber blofs auf die Bestimmung der Magnesia, des

Das Wasser dieses See's steigt im Frühjahre, während der Regenzeit und des Schmelzens des Schnee's auf den umgebenden Gebirgen, drei bis sechs Fuſs, und hierauf sinkt es allmälig bis zu seinem normalen Sommer-Stand. Gröſstentheils ist das Land in der Nähe des See's flach und nur wenig höher als der gewöhnliche Wasserstand. Es wird daher im Frühjahre weit überfluthet, und während des allmäligen Sinkens des Wassers bleibt eine sehr dünne Salzkruste auf dem überflutheten Lande zurück. Ein in der Nähe der Küste wohnender Bischof berichtete, daſs Salzbänke mit Sand- oder Erdschichten wechseln und damit bedeckt sind. Hier zeigen sich Verhältnisse, wie wir sie mit groſser Wahrscheinlichkeit auf dem Boden des *Todten* Meer vermuthet haben.

Woher rührt der ungemeine Salzgehalt dieses See's? — Folgende Thatsachen beantworten diese Frage, nach Hitchcock, anf eine genügende Weise. Oestlich und nördlich vom See finden sich ausgezeichnete Steinsalzlager. Bedeutende Lager kommen in der Nähe von *Tabreez* im *Redmountain* vor, und aus diesem Gebirge kommt ein mehrere Ruthen breiter Salzwasser-Strom, der zwar nicht so salzhaltig als das Seewasser ist, aber doch zu salzig für den Gebrauch. Ein anderes Steinsalzlager bei *Khoy* ist nur 8 oder 10 engl. Meilen vom nördlichen Ende des See's entfernt. Hitchcock hält es für sehr wahrscheinlich, daſs dieses Lager im bunten Sandstein (new red sandstone) vorkommt.

Eine Steinsalzprobe von den erwähnten Lagern verhielt

Chlor und der Schwefelsäure beschränkt hatte, fand 7 Mal so viel von dieser Säure, als Hitchcock. Letzterer bemerkt deſshalb, daſs das Seewasser, welches er erhalten hatte, so stark mit Schwefelwasserstoff imprägnirt war, daſs es Silber sogleich schwärzte. Da dieses Gas nur von der Zersetzung der schwefelsauren Salze herrühren konnte, und da Marcet seine Gegenwart nicht erwähnt: so erklärt dieſs die geringere Menge von schwefelsauren Salzen, welche von Hitchcock gefunden wurde. Ueberdieſs wurde das von diesem Chemiker analysirte Wasser am nördlichen Ende des See's geschöpft, während das von Marcet untersuchte von einer anderen Stelle, wo sich an schwefelsauren Salzen reiche Mineralquellen in den See ergieſsen, herrühren mochte.

sich als reinstes Kochsalz. Eine andere war so durchsichtig wie Steinsalzkrystalle; er konnte auch nicht Spuren von schwefelsauren Salzen oder von Kalk oder Magnesia darin finden. Er ist daher der Ansicht, dafs die anderen Salze, aufser dem Kochsalze, von Mineralquellen aus der Nachbarschaft herrühren. Dafs dieselben etwas dazu beitragen, ist wohl nicht zu bezweifeln. Die gröfsere Anhäufung dieser anderen Salse im See rührt aber ohne Zweifel von der allmäligen Ausscheidung des Kochsalzes an seinen Küsten, in Folge der Verdunstung des ausgetretenen Wassers her. Die Mutterlauge, welche theils die nicht krystallisirbaren Salze, theils die krystallisirbaren in geringer Menge enthält, fliefst in den See zurück, und häuft sich hier an.

In der grofsen Niederung im nördlichen *Asien*, deren tiefster Kessel das *Kaspische* Meer und der *Aral*-See einnimmt, und die sich weit in das Innere des Landes bis jenseits *Sarepta*, wie bis zum *Elton*-See und in die Steppen von *Bogdo*, zwischen der *Wolga* und dem *Jack* hinzieht, findet sich eine grofse Zahl von Salzseen. Sie liegen tiefer als der Ocean, oder in gleichem Niveau mit ihm *). Im Gouvernement *Astrachan* kennt man 129 solcher Seen, von welchen jedoch nur 32 ausgebeutet werden. Um *Kistiar*, im Gouvernement des *Caucasus*, werden von 21 Salzseen 18 ausgebeutet. Sie haben eine runde elliptische Gestalt; ihr Umfang beträgt selten über 9000 bis 12000 Fufs. Der ganze Boden längs des *Kaspischen* Meer von der *Wolga* bis zum *Terek* ist so stark mit Salz imprägnirt, dafs nur einige Salzpflanzen daselbst wachsen **).

Der Salzgehalt rührt in allen diesen Seen, wie im *Todten* Meer und im *Oroomiah*-See, von salzhaltigen Flüssen und Bächen her, welche sich in sie ergiefsen. Diese Zuflüsse nehmen ihren Salzgehalt aus Steinsalzlagern oder aus salzhaltigem Boden. Bekannt sind im *Rufsischen* Reiche nur

*) von Humboldt Asie centrale T. I. P. 49.

**) Poggendorff's Annal. Bd. XVII. S. 505. — Ueber den Ursprung des Salzes in den Steppen von *Astrakhan* vergleiche Murchison etc. a. a. O. S. 196 und 320.

zwei Steinsalzlager *), das von *Ilez* **) und im *Tschaptschatschi* ***). Jenes wird von einer Sandschicht bedeckt, deren Mächtigkeit, je nach der Unebenheit der welligen Oberfläche, nur einige Fufs bis einige Lachter beträgt. Im *Tschaptschatschi* ist das Steinsalz, in den verschiedenen Hügeln, in grofsen Nestern enthalten. Die geringe Tiefe des Salzlagers von *Ilez* macht es begreiflieh, wie so leicht die Flüsse und Bäche, welche sich in die Salzseen ergiefsen, in unbekannte Salzlager einschneiden, und daraus ihren Salzgehalt ziehen können. Da indefs der Boden in jenen Gegenden häufig salzhaltig ist, wie am *Irtysch* †); da die ganze Steppe zwischen dem untern Laufe des *Ural-Flusses* und der *Wolga* einen grofsen Salzreichthum enthält: so mögen es häufiger die Salze im Boden, als eigentliche Salzlager sein, woraus jene Flüsse ihren Salzgehalt ziehen.

Nach G. Rose ††) enthalten die Salzseen *Rufslands* am Boden stets eine mehr oder weniger dicke Salzlage. Sind die Seen tief, was indefs selten der Fall zu sein scheint: so ist die Salzlösung in der Tiefe gewifs salzreicher, als an der Oberfläche. Wenn daher das an der Oberfläche geschöpfte und der Analyse unterzogene Wasser noch vom Sättigungspuncte absteht: so kann das in der Tiefe gesättigt sein, und Salz aus ihm sich abscheiden. Eine starke Verdunstung zur warmen Jahreszeit bewirkt niedergehende salzreichere Strömungen, namentlich in der Mitte der Salzseen, wohin in windstillen Zeiten die schwach salzigen Zuflüsse nicht gelangen. Dadurch mehrt sich immerfort der Salzgehalt in der Tiefe. In sehr wenig tiefen Seen wird sich zwischen oben und unten kein merklicher Unterschied im Salzgehalte zeigen; in diesen werden aber auch wenige heifse Tage das noch weit vom Sättigungspuncte abstehende Wasser zur schnellen Sättigung und zur Abscheidung des Salzes bringen.

*) G. Rose's Reise nach dem Ural. Bd. II. S. 225.

**) Ebend. S. 206.

***) Ebend. S. 224.

†) Ebend. S. 13.

††) Ebend. S. 220.

Wir beschränken unsere Betrachtungen auf diejenigen Salzseen, deren Wasser analysirt worden ist.

Der *Elton*-See, dessen gröſster Durchmesser 20 und dessen kleinster 16 Werste ist, liegt noch 19 Fuſs unter dem Spiegel des Ocean. Er hat flache Ufer, und man kann ihn fast überall durchwaten. An seinen Rändern und auf seinem Boden findet sich überall krystallisirtes Salz. Dieses bildet 1 bis 2 Zoll mächtige Lager, welche durch feine Schlamm- und Erdlager von einander getrennt sind. Die Zahl der sich in ihn ergieſsenden Flüsse wird auf acht angegeben. Sie sind alle mehr oder weniger salzhaltig und führen daher dem See Salz zu. Der beträchtlichste unter denselben ist die *Charisacha*, der auch der einzige ist, welcher während des ganzen Jahres sein Wasser behält. In dem Lehmboden, der den See umgiebt, sind eine Menge kleiner Gypskrystalle eingewachsen. Auf der Oberfläche des See's sah G. Rose *) häufig einzelne Krystalle oder kleine Krystallgruppen von Bittersalz schwimmen, gröſsere waren aus dem Wasser schon herauskrystallisirt.

Die Zusammensetzung des Wassers des See's ist nach

	Göbel [1]) April	Erdmann [2]) August	H. Rose [3]) October
Chlornatrium . . .	13,124	7,451	3,83
Chlormagnesium . .	10,542	16,280	19,75
Chlorkalium	0,222	—	0,23
Brommagnesium . .	0,007	—	—
Schwefelsaure Magnesia	1,665	2,185	5,32
Schwefelsaure Kalkerde	—	0,036	—
Kohlensaure Magnesia	—	0,038	—
Extractivstoff . . .	Spuren	0,505	Spuren
Wasser	74,440	73,505	70,87
	100,000	100,000	100,00

*) A. a. O. Bd. II. S. 259.

1) Reise in den Steppen des südlichen Ruſslands Bd. II. S. 1.

2) Beiträge zur Kenntniſs des Innern von Ruſsland Bd. II. S. 252. Erdmann führte unter den Bestandtheilen auch schwefelsau-

H. Rose bemerkt ganz richtig, dafs das Wasser des *Elton*-See nur eine sehr concentrirte Mutterlauge ist, aus welcher sich grofse Massen von Kochsalz während eines langen Zeitraums abgesetzt haben, und aus welcher sich noch fortwährend während der Sommermonate Kochsalz absetzt, weil das verdunstende Wasser nicht hinlänglich durch zufliefsendes ersetzt wird *). Bei nur geringer Erniedrigung der Temperatur des *Elton*-Wasser schiefst Bittersalz an. Obgleich das von ihm untersuchte bei nicht sehr hoher Temperatur geschöpft worden: so hatte sich doch am Boden der Flasche so viel Bittersalz abgesetzt, dafs sich dasselbe nur schwierig bei erhöhter Temperatur wieder auflöste. An den Ufern des *Elton*-See kommen daher im Sommer nur Gyps- und Kochsalzkrystalle vor; im Winter dagegen aufserdem viel Bittersalz, welches sich jedoch im Sommer in der Mutterlauge wieder auflöst. Nur in kühlen Sommernächten scheidet sich bisweilen, nach Pallas, mit dem Kochsalz Bittersalz ab, das aber während des Tages wieder aufgelöst wird.

Göbel untersuchte auch das Wasser des *Charisacha* I und des *Gorkoi-Jerik* II, der sich ebenfalls in den *Elton*-See

res Natron an; da aber dieses Salz in einer Temperatur über den Gefrierpunct neben Chlormagnesium nicht bestehen kann, sondern in schwefelsaure Magnesia und Chlornatrium zerfällt: so habe ich danach die Analyse corrigirt.

3) Poggendorff's Annal. Bd. XXV. S. 169.

*) Gewöhnlich schlägt sich in jedem Sommer aus diesem See Kochsalz nieder. Von 1747 bis 1851 fand nur einmal, im Jahr 1776, dieser Niederschlag nicht statt. Der damalige Sommer war aber sehr regenreich und kalt. Zwei Werst vom Ufer entfernt grub man einen Brunnen. Die obersten Salzschichten waren $\frac{2}{3}$ bis $2\frac{1}{4}$ Zoll dick. Nachdem man 42 solcher Schichten durchgraben hatte, nahmen sie eine Dicke von 8 bis 9 Zollen an, und endlich nach 100 durchgrabenen Schichten kam man auf ein sehr festes Salzlager (Kobülin in Saratow in der Allgemeinen Zeitung vom 19. Nov. 1852). Es ist wohl kaum zweifelhaft, dafs alle diese Salzschichten Absätze aus dem See sind, und grofsen Theils in früheren Zeiten, als noch nicht das Salz gewonnen wurde, stattgefunden haben.

ergiefst. In I A und II A ist der Salzgehalt auf Procente reducirt.

	I	I. A	II	II. A.
		5,25 Proc.		2,1 Proc.
Chlornatrium . .	4,065	81,43	1,683	81,90
Chlormagnesium .	0,520	10,42	0,165	8,03
Chlorcalcium . .	—	—	0,207	10,07
Schwefels. Kalk .	0,124	2,48	—	—
„ „ Magnesia	0,283	5,67	—	—
Wasser	95,008	—	97,945	—
	100,000	100,00	100,000	100,00

Beide Flusswasser erscheinen als Salzsoolen, welche reich an Chlormagnesium sind. Sie müssen ein Terrain durchfliefsen, welches eben so mit Salz imprägnirt ist, wie das im Salzgebirge, aus welchem solche Soolen kommen. Der reiche Gehalt an Magnesiasalzen in I, und die bedeutende abnormale Menge von Chlorcalcium in II weisen nach, dafs es unmöglich reine Steinsalz-Lager sein können, welche von diesen Flüssen ausgelaugt werden. Die Zusammensetzung I. A nähert sich der mittleren Zusammensetzung des Meerwassers so sehr, dafs die Salzmasse, welche ausgelaugt wird, als der Rückstand von eingetrocknetem Meerwasser gedacht werden kann; denn wird ein solcher Rückstand von Wasser ausgelaugt, so lösen sich die leichtlöslichen Salze in gröfserer Menge auf, als die schwerlöslichen. Daher zeigt sich in I. A ein gröfserer Gehalt an Chlornatrium, Chlormagnesium und schwefelsaurer Magnesia, und ein geringerer an schwefelsaurem Kalk, als im Meerwasser. Der Umstand, dafs der *Elton*-See unter dem Spiegel des Ocean liegt, spricht sehr zur Gunsten der Ansicht, dafs das Meerwasser, welches einstens die Niederung *Asiens* bedeckt hatte, durch Verdunstung vollständig zum Eintrocknen gekommen war; denn das Abfliefsen eines bis zu einem gewissen Grade concentrirten Meerwassers in das benachbarte Meer, wodurch reine Steinsalzlager hätten entstehen können, konnte wegen dieser tiefen Lage nicht stattgefunden haben. Woher die bedeutende Menge Chlorcalcium in dem Terrain stammt, welches der *Gorkoi-Jerik*

durchströmt, ist schwierig zu erklären. Da sich keine schwefelsauren Salze in diesem Flufswasser finden: so ist man berechtigt, auf eine Zersetzung derselben im Rückstande von eingetrocknetem Meerwasser zu schliefsen.

Auf den ersten Blick mögen die bedeutenden Differenzen in den drei Analysen des Wassers vom *Elton*-See auffallend erscheinen. Die Summen des Chlornatrium und des Chlormagnesium sind in ihnen einander nahe gleich. Mit Abnahme des ersteren nimmt letzteres zu und umgekehrt. Göbel schöpfte das Wasser zu seiner Analyse im Frühjahr, wo die Wasserzuflüsse am gröfsten und die Verdunstung am geringsten waren, Erdmann im Sommer, G. Rose im Herbst. Mit Zunahme der Verdunstung vermindert sich das Chlornatrium, weil es sich in Folge derselben ausscheidet, während das Chlormagnesium sich vermehrt. Es war daher zu erwarten, dafs man diesen Effect würde künstlich nachahmen können. Defshalb wurden folgende Versuche angestellt:

In einer Chlormagnesium - Auflösung wurde Kochsalz aufgelöst und diese Auflösung blieb einige Tage lang in einem offenen Gefäfs, der Sonnenwärme ausgesetzt, stehen, bis etwas Kochsalz herauskrystallisirt war. Die von diesem Kochsalz abgegossene Auflösung bestand aus:

(A)	Chlornatrium . . .	8,70
	Chlormagnesium .	16,63
	Wasser	74,67
		100,00

Diese Verhältnisse stimmen ziemlich nahe mit denen überein, wie sie Erdmann im *Elton*-See im August, mithin zu einer Zeit fand, wo sich gleichfalls schon Kochsalz abgeschieden hatte. Kommt zu dieser Auflösung eine gesättigte Kochsalzauflösung, welche 12,00 Theile Salz und 33,22 Theile Wasser enthält: so erhält man eine Auflösung, enthaltend

Chlornatrium . . .	14,25
Chlormagnesium .	11,45
Wasser	74,30
	100,00

Diese Verhältnisse stimmen ziemlich nahe mit denen, wie sie Göbel im *Elton*-See im April, mithin zu einer Zeit fand, wo durch die vermehrten Wasserzuflüsse und durch die verminderte Verdunstung die Menge des Chlormagnesium abgenommen hatte. Ein Theil des im vorher gegangenen Jahre abgesetzten Kochsalzes wurde wieder aufgelöst. Es ist klar, dafs nur ein Theil davon wieder aufgelöst werden konnte; denn dasjenige Kochsalz, welches die Flüsse zugeführt hatten, wurde auch abgesetzt, und diese Menge ist es, wodurch sich die Absätze vermehren.

Da das Kochsalz in der durch Berechnung gefundenen Mischung 1,13 Proc. mehr beträgt, als Göbel fand: so möchte man vermuthen, dafs das Wasser des *Elton*-See sich im April noch nicht ganz mit Kochsalz gesättigt hatte. Wahrscheinlich rühren aber diese Differenzen von der Gegenwart der andern Salze her, welche die Fähigkeit des Wassers, sich mit Kochsalz zu sättigen, vermindert hatten. Geringe Temperatur-Unterschiede können nur wenig Einflufs auf die Lösungs-Fähigkeit dieses Wassers haben; denn steigt die Temperatur einer gesättigten Auflösung von Chlornatrium und Chlormagnesium von 14° R. bis 20° R.: so nimmt dieselbe von beiden Salzen nur noch 0,01 Proc. auf.

Zu dem von H. Rose untersuchten *Elton*-Wasser müfste eine gesättigte Kochsalz-Auflösung, welche 24,11 Theile Kochsalz und 67,87 Theile Wasser enthielte, treten, um ein Wasser zu erhalten, in welchem Chlormagnesium und Chlornatrium in dem Verhältnisse vorhanden wären, wie es Göbel fand. Man würde dann ein Wasser erhalten, welches aus

Chlornatrium . . .	14,55
Chlormagnesium .	10,29
Uebrige Salze . .	2,89
Wasser	72,27
	100,00

bestehen würde. Diese Zusammensetzung nähert sich ziemlich derjenigen, wie sie Göbel wirklich fand. Da auch hier der berechnete Kochsalzgehalt geringer ist, als der wirklich gefundene: so läfst diefs gleichfalls schliefsen, dafs sich das

Wasser des *Elton*-See im April noch nicht mit Kochsalz gesättigt hatte.

In einer Auflösung von Chlormagnesium, welche aber concentrirter war, als die zum obigen Versuche angewendete, wurde Kochsalz bis zur Sättigung aufgelöst, und dann der Verdunstung in der Sonnenwärme überlafsen, bis etwas Kochsalz heraus krystallisirt war. Zu dieser, vom ausgeschiedenen Kochsalze abgegossenen, gesättigten Auflösung wurde schwefelsaure Magnesia gesetzt, und nach einiger Zeit die Flüssigkeit klar abgegossen. Die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit war

(B)	Chlornatrium . . .	5,48
	Chlormagnesium .	22,43
	Schwefels. Magnesia	0,89
	Wasser	71,20
		100,00

Eine mit Kochsalz gesättigte Chlormagnesium-Auflösung kann also nur eine sehr geringe Menge schwefelsaurer Magnesia auflösen. Man begreift daher, wie sich aus einer solchen Auflösung, wenn durch Zunahme ihrer Temperatur etwas mehr schwefelsaure Magnesia aufgelöst wird, diese Menge bei Verminderung der Temperatur wieder ausscheidet.

Als endlich in einer sehr concentrirten Chlormagnesium-Auflösung Kochsalz aufgelöst wurde, und diese Auflösung in der Sonnenwärme mehrere Tage stehen blieb, bis sich etwas Kochsalz ausgeschieden hatte, war die Zusammensetzung der von dem Kochsalze abgegossenen Auflösung:

(C)	Chlornatrium . . .	1,18
	Chlormagnesium .	27,35
	Wasser	71,47
		100,00

Die Summen des Chlornatrium und des Chlormagnesium in den drei gesättigten Auflösungen (A) (B) (C) = 25,33; 27,91 und 28,53 fallen zwischen die Grenzen der oben (S. 1727) angegebenen Summen beider Chlorüre in den Mutter-

laugen von Salinen, und die beiden letzten kommen dem Maximum sehr nahe. Auch die Summen beider Chlorüre in dem zu verschiedenen Jahreszeiten analysirten Wasser vom *Elton*-See = 23,67; 23,43; 23,58, so wie die Summe der Chlorüre von Natrium, Magnesium, Calcium und Kalium im *Todten* Meer = 23,74; 23,60; 26,21, fallen zwischen diese Grenzen; nur die Summe dieser Chlorüre nach Marchand's Analyse = 21,41 fällt etwas unter das Minimum von 22,1; die Differenz ist aber nur 0,7.

Der Kochsalzgehalt im *Todten* Meer stimmt, nach den Analysen I, II und IV, mit dem des im August geschöpften Wassers des *Elton*-See sehr nahe überein. Ebenso kommt der Kochsalz-Gehalt in jenem Meere, nach der Analyse III, ziemlich nahe dem des im April geschöpften Wassers dieses See's. Im *Todten* Meer zeigen sich also ähnliche Schwankungen, jedoch innerhalb engerer Grenzen, wie im *Elton*-See, und diefs ist, wenn man die grofse Wassermasse in jenem tiefen Meer berücksichtigt, eine merkwürdige Thatsache. Man kann nicht anders vermuthen, als dafs das Wasser des *Todten* Meer zur Analyse III, welche in Beziehung auf den relativen Gehalt an Chlornatrium und Chlormagnesium so sehr von den anderen Analysen abweicht, im Frühjahre geschöpft wurde, in welcher Jahreszeit ein grofser Theil des im vorher gegangenen Sommer ausgeschiedenen Kochsalzes durch die vermehrten Wasserzuflüsse wieder aufgelöst worden war *).

Es wird eine Zeit kommen, wo sich der *Elton*-See ganz mit Chlormagnesium gesättigt haben wird; denn es wird ihm durch die sich in ihn ergiefsenden Flüsse immerfort dieses Salz in bedeutenden Mengen zugeführt. Dieser Sättigungspunct tritt nach meinen Untersuchungen ein, wenn das Chlormagnesium im Wasser von 14°,5 R. bis auf 24,6 Proc. steigt **).

*) Ich habe mir die Narrative of the United States Expedition to the Dead Sea nicht verschaffen können, um zu sehen, ob die Jahreszeit, in der das genannte Wasser geschöpft wurde, angegeben ist; die Resultate dieser Analyse habe ich aus dem Jahresberichte von Liebig und Kopp für 1849. S. 613 entlehnt.

**) Eine wässerige Auflösung von Chlormagnesium von 1,277

Aus einer solchen Auflösung kann nämlich kein Wasser mehr verdunsten; im Gegentheil zieht sie Wasser aus der Luft an, wenn die Sommerwärme abnimmt. Im *Elton*-See wird die Verdunstung dennoch fortschreiten, weil ihm Wasser beständig fort zufliefst. In einem heifsen Sommer, namentlich im Spätsommer und zu Anfang des Herbstes, werden sich aber dann die Wasserzuflüsse und die Verdunstung das Gleichgewicht halten: die gesättigte Auflösung wird so lange permanent bleiben, bis sich mit Abnahme der Temperatur die Verdunstung vermindert. Die Ausscheidung des Kochsalzes wird dann zunehmen; denn eine gesättigte Chlormagnesium-Auflösung kann höchstens nur 1 Proc. Kochsalz aufgelöst halten, während das Wasser des *Elton*-See zur Zeit, als G. Rose es für die Analyse seines Bruders schöpfte, 3,83 Proc. Kochsalz aufgelöst enthielt. Für die technische Gewinnung des Kochsalzes im *Elton*-See, der $\frac{2}{3}$ von dem ganzen Salzverbrauche in *Rufsland* liefert, werden dann die Verhältnisse noch günstiger; das Kochsalz wird aber weniger rein, indem es mit mehr Chlormagnesium getränkt werden wird.

Es folgen nun die Analysen des Wassers von neun Salzseen und einem Salzbach in der *Kirgisen*-Steppe und

specif. Gewicht condensirte vom 19. Juli bis zum 5. September fortwährend Wasser aus der Luft. Bis zum 7. August erhielt sich ihre Temperatur auf 16°, von da an sank sie nach und nach bis auf 14°,5 R. Nachdem die Condensation aufgehört hatte, war das specif. Gewicht der Auflösung 1,225 bei 14°,5, und sie enthielt 24,603 Proc. Chlormagnesium. Eine Auflösung von diesem Gehalte an Chlormagnesium absorbirt also bei 14°,5 kein Wasser mehr aus der Luft und giebt auch keines an sie ab. Die Condensation des atmosphärischen Wassers war sehr ungleichmäfsig selbst in den ersten 10 Tagen, innerhalb welcher die Temperatur der Auflösung unveränderlich blieb. Das Minimum derselben betrug 12, das Maximum 32 Gran in 24 Stunden. Diese Unregelmäfsigkeiten haben hauptsächlich ihren Grund in dem ungleichen Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre.

Das Wasser der Seen in einem heifsen Klima, wie das des *Todten* Meer, dessen Temperatur in heifsen Sommertagen vielleicht bis auf 20° steigen mag, könnte wohl durch Verdunstung einen gröfseren Chlormagnesium-Gehalt als 24,6 Proc. erreichen.

der *Krym*, welche bis auf eine (IV) von Göbel *) angestellt wurden. Nur das Wasser der wichtigsten derselben wurde auf Kali und Brom geprüft. Nach der Analogie ist wohl anzunehmen, dafs sich diese Substanzen in allen Salzseen finden werden. Da sich unermefsliche Quantitäten Kochsalz aus denselben nach und nach ausgeschieden haben: so wird das Brom darin gewifs in bedeutend gröfseren Quantitäten vorkommen als im Meerwasser, in den Soolen und im Steinsalz.

	I	II	III
Chlornatrium	17,50	10,54	18,12
Chlormagnesium . . .	17,95	9,91	5,73
Chlorkalium	—	—	0,62
Chlorcalcium	1,77	—	—
Schwefels. Kalk	—	—	0,33
„ „ „ Magnesia . .	—	8,22	2,30
Wasser	62,78	71,33	72,90
	100,00	100,00	100,00

I *Rother* Salzsee, zwei Werst von *Perekop*, ziemlich mitten auf der Landenge, welche den *Siwasch* vom *Schwarzen* Meer trennt. So viel Vertrauen die Analysen von Göbel verdienen: so mufs doch bei dieser ein Irrthum vorgefallen sein; denn aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dafs eine Menge von 35,45 Proc. Chlornatrium und Chlormagnesium in keinem Wasser aufgelöst sein kann. Das Maximum beider Salze, welches man in Mutterlaugen von Salzsoolen gefunden hat, ist 28,8 Proc. Wenn aber durch Kochen eine Soole nicht höher concentrirt werden kann: so ist diefs noch weniger durch blofse Verdunstung zu erreichen.

II *Bittersalz*-See am *Kigatsch*, einem Arme, durch welchen sich die *Wolga* in das *Kaspische* Meer ergiefst. In diesem See, wie in 16 anderen in der Nähe vom *Kigatsch*, befindet sich ein 1 Fufs mächtiger Absatz eines Salzes, wel-

*) A. a. O. und Poggendorff's Annalen. Ergänzungsband Bd. I. S. 181.

ches aus 1 Atom schwefelsaurem Natron, 1 At. schwefelsaurer Magnesia und 4 At. Wasser besteht. Die Bildung dieses Salzes kann nur dadurch erfolgen, dafs sich unter besonderen Umständen, vielleicht bei niedriger Temperatur, ein Theil der schwefelsauren Magnesia und des Chlornatrium gegenseitig zersetzen und dadurch schwefelsaures Natron, welches sich mit der unzersetzten schwefelsauren Magnesia verbindet, und Chlormagnesium entstehen *).

III Der Salzsee *Tusly* unfern der grofsen Strafse von *Sympheropol* nach *Eupatoria*.

	IV	V	VI	VII
Chlornatrium . .	21,58	19,000	18,10	22,43
Chlormagnesium .	4,86	5,435	4,20	0,91
Chlorkalium . . .	—	0,199	—	—
Chlorcalcium . .	0,89	0,989	—	—
Brommagnesium .	—	0,006	—	—
Schwefels. Kalk . .	0,07	0,028	—	0,05
„ „ „ Magnesia	1,03	—	4,20	0,69
Wasser	71,57	74,343	73,50	75,92
	100,00	100,000	100,00	100,00

IV und V *Bogdo*-See, nordöstlich vom *Bogdo*-Berge in der *Kaspischen* Steppe, hat 40 Werst Umfang **). IV ist die Analyse von Erdmann, V die von Göbel. Seine beiden Hauptbestandtheile, Chlornatrium und Chlormagnesium, stimmen so ziemlich mit einander, besonders wenn man beachtet, dafs sie wahrscheinlich, wie im *Elton*-See, zu verschiedenen Jahreszeiten, in denen die Wasserproben geschöpft wur-

*) Bekanntlich kann dieses Doppelsalz auch künstlich dargestellt werden. Es krystallisirt und enthält 6 Atome Krystallwasser.

**) Erdmann (Archiv für wissenschaftliche Kunde von Rufsland Bd. IX. S. 9) beschreibt einen Salzsee, nördlich vom *Bogdo*-Berg, von 6 bis 9 Werst Durchmesser und im Mittel nur von 17,5 Zoll Tiefe, dessen Wasser bei anhaltend trocknem Wetter ganz verdunstet und Salzkrystalle zurücklässt. Wahrscheinlich ist dieser See der *Bogdo*-See, weniger wahrscheinlich der Salzsee von *Arsargar* (XI).

den, variiren. Schwefelsaure Magnesia kann nicht vorhanden sein, da beide Chemiker Chlorcalcium gefunden haben.

VI Salzsee von *Tschakrakskoi* unweit der Stadt *Kertsch*, nur durch einen Streifen Land von 6—10 Faden Breite vom *Asow*'schen Meer getrennt und mit demselben in gleichem Niveau.

VII *Stepanowa*-See.

	VIII	IX	X		XI
Chlornatrium . .	23,928	2,76	14,20		17,80
Chlormagnesium .	1,736	0,07	1,93		0,17
Chlorkalium . . .	0,101	—	—		—
Chlorcalcium . .	—	0,06	0,04	Schwefelcalcium *)	—
Brommagnesium .	0,005	—	—		—
Schwefels. Kalk .	0,042	0,27	—		0,08
„ „ „ Magnesia	0,346	—	1,21		0,04
Wasssr	73,842	96,84	82,62		81,91
	100,000	100,00	100,00		100,00

VIII *Indersk*'scher Salzsee enthält einen Salzabsatz von ½—3 Zoll, über welchem eine 10 Zoll hohe gesättigte Lauge steht, aus der sich fortwährend Kochsalz ausscheidet.

IX Ein in diesen See sich ergiefsender Salzbach.

X Der *Siwasch* oder das *Faule* Meer, an der Ostküste der *Krym*, vom *Asow*'schen Meer nur durch eine schmale Landzunge getrennt. Seinen Namen hat er von dem abscheulichen Geruch, den Göbel mit dem eines Gemisches von Schwefelwasserstoff und Sumpfgas und von Exhalationen austrocknender schlammiger Ufer der Salzseen vergleicht. Auch das Wasser dieses See's riecht nach Schwefelwasserstoffgas, um so stärker, wenn Salzsäure zugesetzt wird.

XI Salzsee am *Arsargar* ist nach dem *Bogdo*-See der gröfste in der Steppe zwischen dem *Ural*-Flufs und der *Wolga*.

*) Nebst Antheilen organischer stickstoffhaltiger Substanzen.

Unter 14 von Heine unternommenen Analysen von Mutterlaugen aus Soolen von verschiedenen Salinen (S. 1726) finden sich nur 3, welche $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ so viel schwefelsauren Kalk enthalten, als reines Wasser auflösen kann. Die übrigen 11 enthalten keine Spur davon, obgleich die Soolen, aus denen sie erhalten wurden, dieses Salz enthalten. Die Menge des Chlornatrium und Chlormagnesium in diesen 11 Mutterlaugen fällt zwischen 22,1 und 28,8 Proc. In einer jener Mutterlaugen, welche 0,051 Proc. schwefelsauren Kalk enthält, beträgt indefs die Menge des Chlornatrium und Chlormagnesium 23,8 Proc. Warum enthält diese Mutterlauge dennoch schwefelsauren Kalk? In den beiden anderen Mutterlaugen, welche 0,096 und 0,053 schwefelsauren Kalk enthalten, beträgt die Menge der beiden Chlorüre nur 19,1 und 19,7 Proc., aber sie enthalten aufserdem Chlorkalium und Chlorcalcium, so dafs in ihnen die Menge der sämmtlichen Chlorüre auf 29,5 und 29,9 Proc. steigt.

Aus diesen Untersuchungen ergiebt sich demnach, dafs, wenn die Menge des Chlornatrium und Chlormagnesium bis auf 22,1 oder 23,8 Proc. in einer Mutterlauge steigt, kein schwefelsaurer Kalk mehr vorhanden sein kann; dafs aber, wenn aufser diesen Chlorüren noch Chlorcalcium und Chlorkalium vorhanden sind, letztere beiden Chlorüre die Auflösung des schwefelsauren Kalks nicht beschränken, vielleicht sogar befördern.

In vorstehenden Salzseen steigt in No. V, VII und VIII die Menge des Chlornatrium und Chlormagnesium auf 24,4; 22,4; 25,7 Proc. und dennoch enthalten sie, freilich nur sehr geringe Mengen schwefelsauren Kalks. Es mufs dahin gestellt bleiben, ob sich aus einer Mutterlauge, durch Verdunstung einer Soole in der Luftwärme erhalten, der schwefelsaure Kalk erst bei höherer Concentration des Chlornatrium und Chlormagnesium ausscheidet, oder ob vielleicht in den Analysen kohlensaurer Kalk irrthümlich für schwefelsauren Kalk genommen wurde: ein Irrthum, der, wenn die gefundenen Mengen Kalk sehr gering sind, leicht stattfinden kann.

Die Verminderung oder das gänzliche Verschwinden des schwefelsauren Kalks bei Gegenwart von Chlornatrium und Chlormagnesium zeigen auch die Analysen des *Elton-*

See's, welchem jenes schwefelsaure Salz doch durch den *Chlarisacha* zugeführt wird. Dafs sich aus dem Wasser dieses See's mit dem Chlornatrium schwefelsaurer Kalk niederschlägt, zeigt die Analyse des Kochsalzes, welches aus ihm gewonnen wird (S. 1679). Auch H. Rose fand ihn in mehreren Proben des Kochsalzes aus dem *Elton*-See *). Göbel entdeckte ihn auch in dem Schlamme desselben und oben (S. 1732) war schon von den Gypskrystallen in dem Lehmboden seiner Umgebungen die Rede. Der schwefelsaure Kalk, welcher durch den Salzbach IX dem Salzsee VIII in gesättigter Auflösung zugeführt wird, mufs sich ebenfalls gröfstentheils niederschlagen, da dieser kaum $\frac{1}{6}$ so viel davon enthält, als jener. Auch aus dem Salzsee am *Kigatsch*, der ganz frei von schwefelsaurem Kalk ist, schlägt sich dieses Salz nieder; denn Göbel fand in dem oben erwähnten Doppelsalz mit Gyps gemengte Sandkörner.

Im *Todten* Meere finden sich gleichfalls nur geringe Mengen schwefelsaurer Kalk. Da er jedoch stets darin vorkommt und in doppelt so grofser Menge, wie im *Elton*-See nach Erdmann's Analyse: so kann diefs nur von den bedeutenden Quantitäten Chlorcalcium und Chlorkalium im *Todten* Meer herrühren.

Der *Great-Salt-Lake* **) zwischen 112° und 113° westl. Länge (*Greenwich*) und 40° und 41°44′ Breite ist ein grofses Reservoir, in welches sich viele Flüsse und ein beträchtlicher Strom, von 400 bis 500 engl. Meilen langem Lauf, der *Bear River*, ergiefsen. Er ist einer von den vielen Seen zwischen den *Rocky Mountains* und der *Sierra Nevada* von *Californien*. Er hat, wie diese, keinen Ausflufs in das Meer, noch irgend eine Verbindung mit dem *Columbia* oder mit dem *Colorado* des Meerbusens von *Californien*.

Ob der *Bear River* ***) salzhaltig ist, wenn auch nur in geringem Grade, ist nicht untersucht worden. Das Was-

*) Reise nach dem Ural u. s. w. Bd. II. S. 264 u. 268.

**) Report of the exploring Expedition to the Rocky Mountains etc. by Brevet Capt. J. C. Fremont. Washington 1845. P. 275.

***) Ebend. P. 132.

ser eines zweiten in den *Great-Salt-Lake* sich ergiefsenden Flusses zeigt keinen merklichen Salzgehalt. Da Fremont andere Flüsse bei seiner Untersuchung dieses Salzsee's nicht überschritten hat: so fehlen Nachrichten, ob irgend ein Zuflufs von salzigem Geschmack ist. Fremont erfuhr zwar von Walker, dafs am oberen Laufe eines Flusses, welcher sich in den, mit dem *Great-Salt-Lake* communicirenden *Utah-Lake* mündet, ein unermefsliches Steinsalz-Lager von sehr grofser Mächtigkeit vorkommt. Da jedoch ersterer im *Utah-Lake* nur süfses Wasser fand: so kann der Salzgehalt im *Great-Salt-Lake* nicht von diesen Lagern herrühren. Findet daher eine Strömung zwischen beiden Seen statt: so kann nur süfses Wasser aus dem *Utah-Lake* in den *Great-Salt-Lake*, nicht aber Salzwasser aus diesem in jenen gelangen. Sollte auch keiner der in diesen Salzsee sich ergiefsenden Flüsse einen durch den Geschmack erkennbaren Salzgehalt zeigen; sollten dieselben nur die geringe, gleichfalls nicht schmeckbare Menge Salz des *Jordan* enthalten: so würde der bedeutende Salzgehalt in diesem See, gleichwie der im *Todten* Meer, als eine Folge der Verdunstung des Wassers zu betrachten sein. Seitdem die Configuration des dortigen Landes so wie jetzt ist, fliefsen viele Flüsse in den See. Unermefsliche Quantitäten Wasser, die er seitdem aufgenommen hat, verdunsteten aus ihm; nothwendiger Weise mufste er also salzhaltig werden. Diefs schliefst jedoch nicht die Möglichkeit aus, dafs auf seinem Boden ein Salzlager vorhanden gewesen sein kann, welches durch die zufliefsenden Gewässer aufgelöst worden ist.

Nach Fremont ist dieser See ganz mit Kochsalz gesättigt. Die Klippen und Gesteine längs der Küste einer Insel in demselben fand er, so weit sie von den Wellen bespült werden, mit einer weifsen Salzkruste überzogen und das in Höhlungen der Felsen zurückgebliebene Seewasser mit einer solchen $\frac{1}{8}$ Zoll dicken Kruste bedeckt. Dieses an der Sonne getrocknete Salz war sehr weifs, fein und von reinem Salzgeschmack; es fanden sich aber darin eine Menge kleiner schwarzer Insecten. Fünf Gallons Seewasser gaben durch rohes Abdampfen über dem Feuer 14 Pinten rein weifses Salz, welches bestand aus

Chlornatrium . . .	97,99
Chlormagnesium .	0,24
Chlorcalcium . .	0,43
Schwefels. Kalk . .	1,34
	100,00 *)

Das Wasser des *Great-Salt-Lake* unterscheidet sich demnach durch seinen bei weitem vorwaltenden Gehalt an Kochsalz, und durch seine geringe Menge anderer Salze wesentlich von dem der oben angeführten Salzseen: nur das des *Oroomiah*-See kommt ihm ziemlich nahe. Eine solche Zusammensetzung läfst schliefsen, dafs sein Salzgehalt nur von reinen Steinsalzlagern, mögen dieselben von den in ihn sich ergiefsenden Flüssen durchschnitten werden, oder mögen sie ursprünglich auf dem Boden des See's vorhanden gewesen sein, herrühren kann.

Durch die weiter fortschreitende Verdunstung des Wassers des *Great-Salt-Lake* bis zum Salz-Absatze werden eben so reine Steinsalz-Lager entstehen, wie diejenigen sind, welche analysirt wurden.

Aus den von Fremont angegebenen Maafsverhältnissen ist zwar nicht zu ersehen, ob das Wasser dieses See's vollkommen mit Kochsalz gesättigt ist; dafs es aber wenigstens eine sehr concentrirte Lösung ist, leidet keinen Zweifel. Sollte es vollkommen gesättigt sein: so müfste der Absatz von Salz auf dem Boden nahe bevorstehend sein. Bis jetzt scheint er noch nicht erfolgt zu sein; denn Fremont fand, dafs der Boden eine halbe Meile von der Insel entfernt, wo die Tiefe des Wassers 16 Fufs war, aus Thon bestand.

Ziehen wir eine Parallele zwischen dem *Great-Salt-Lake* und dem *Todten* Meer: so zeigt sich der Unterschied, dafs jener eine fast reine Lösung von Kochsalz darstellt, aus der sich noch kein Salz ausgechieden hat, während dieses die zer-

*) Das in der Analyse angeführte schwefelsaure Natron wurde auf schwefelsauren Kalk und Chlornatrium reducirt.

fliefslichen Chlorüre, namentlich das Chlormagnesium, in vorherrschender Menge enthält, und daher als eine Mutterlauge zu betrachten ist, aus welcher sich höchst wahrscheinlich schon viel Kochsalz ausgeschieden hat. Der *Great-Salt-Lake* wird daher, wenn sich aus ihm gleichfalls Kochsalz ausscheidet, seine Zusammensetzung ändern und sie wird der des *Todten* Meeres ähnlich werden. Es ist zu vermuthen, dafs dieses eine viel ältere Bildung als jener ist.

Kapitel VI.

Kohlenwasserstoffgas-Exhalationen.

Schon lange sind an den westlichen Küsten des *Kaspischen* Meer, in der Gegend von *Baku* auf der Halbinsel *Abscheron*, die Exhalationen brennbaren Gases und die *Naphta*- und *Petroleum*-Quellen bekannt. Durch eine grofse Zahl von Temperatur-Beobachtungen von Quellen und Brunnen fand Abich *) die mittlere Temperatur des Bodens auf *Abscheron* = 12° R., die der *Naphta* 13° bis 15°7 und die der Gasquellen 16°2. Das Gas kann daher nur aus mäfsigen Tiefen kommen. Auf dem *Schagdag* unweit des Dorfes *Kinalughi*, 7834 Fufs über dem *Kaspischen* Meer, finden sich bedeutende Exhalationen von Kohlenwasserstoffgas (die ewigen Feuer des *Schagdag*), welches unmittelbar aus Klüften des mit Schiefer wechselnden Sandsteins ausströmt. Dieses brennende Gas wird nie durch meteorologische Ereignisse erstickt.

Unter den vielen anderen Stellen, wo sich Kohlenwasserstoffgas entwickelt, führen wir nur folgende an: zu *Pietramala* in den *Apenninen Toscana's*, aus einem Bache bei *Bedlay* unfern *Glasgow* **) (schon seit länger als 40 Jahren bekannt), zu *Klein-Saros* in *Siebenbürgen* ***) u. s. w.

*) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Bd. III. S. 45.

**) Bald in Edinb. Journ. of sc. 1829. July. p. 67.

***) Gilbert's Annal. der Physik. Bd. XXXVII. S. 1 ff.

Am häufigsten finden sich diese Exhalationen in Steinkohlengruben, wo sie theils aus Spalten des Nebengesteins, theils aus der Steinkohle selbst hervorkommen. Mit Bestimmtheit ist nicht erwiesen, dafs sich brennbare Gase aus Braunkohlen entwickeln; wohl aber aus bituminösen Lagern von Thoneisenstein. Manchmal entwickelt sich auch brennbares Gas aus Quellen. So aus der *Adelheid*-Quelle bei *Benediktbeuern* *), aus den heifsen Quellen von *Aachen* (0,26—1,82 Proc. von dem Volumen des Gasgemengs, welches ausströmt oder durch Kochen des Wassers erhalten wird **), aus den Schwefelquellen zu *Nenndorf* (0,17 — 1,46 Proc.) ***), aus der Mineralquelle zu *Niederlangenau* in der Grafschaft *Glatz* (8,02 Proc.) †), aus den *Herculesbädern* in der Umgegend von *Orsova* im *Bannat* (0,38—0,88 Proc.) ††). Solche zum Theil so geringe Quantitäten Kohlenwasserstoffgas wird man wahrscheinlich noch in vielen Gasexhalationen finden. Daher mag die Entwicklung dieses Gases wohl eine ziemlich verbreitete Erscheinung sein. Sehr häufig ist man beim Niederstofsen von Bohrlöchern auf Entwicklungen von Kohlenwasserstoffgas gekommen.

Kohlenwasserstoffgas-Exhalationen kommen im Steinsalzgebirge häufig vor. Die ersten Nachrichten hierüber theilten Guettard †††) und Marcel de Serres §) mit. Bremer §§) berichtet über ein brennbares Gas, welches, seit dem 18. März 1826, aus einer Spalte des im Steinsalz eingelagerten Thonmergels, in der Grube *Ludovici zu Szlatina* in *Ungarn*, in 45 Klaftern Tiefe ununterbrochen ausströmt, und zur Beleuchtung der Grube benutzt wird. Eine solche Gas-

*) Schafhäutl in Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1846. S. 688.

**) Bunsen in Poggend. Annal. Bd. LXXXIII. S. 252.

***) Ebend. S. 253.

†) Poleck im Journ. f. pract. Chem. Bd. LII. S. 353.

††) Ragsky im Jahrb. der österreich. geol. Reichsanstalt. 1851. Bd. II. S. 93.

†††) Mém. sur la mine de sel de Wieliczka, Mém. de l'Acad. 1762. P. 512.

§) Essai sur les manufactures de l'empire d'Autriche T. II. P. 374.

§§) Poggendorff's Annal. Bd. VII. S. 131.

ausströmung ist daselbst schon früher beobachtet worden *). Auf der Saline *Gottesgabe* zu *Rheine* in der Grafschaft *Tecklenburg* strömt brennbares Gas aus einem alten Schacht, der schon seit 86 Jahren nicht mehr im Betriebe steht, hervor, welches von 1824 an mehrere Jahre zur Beleuchtung und Heizung verwendet wurde. In 5 Minuten entwickelte sich ungefähr 1 Cub.F. Gas **). Nach Eaton ***) strömt an drei Orten, an der Südseite des *Erie-Canals* im Staate *New-York*, Kohlenwasserstoffgas aus einem Steinsalzlager aus, unter welchem ein sehr ausgedehntes 600 F. mächtiges Steinkohflötz liegt. Zu *Rocky Hill am Ohio*, $1\frac{1}{2}$ engl. Meile vom *Erie*-See, kam man beim Bohren nach Steinsalz auf eine Exhalation von brennbarem Gas, welches eine beträchtliche Zeit lang in grofser Menge ausströmte †). Südlich von diesem See, 2 engl. Meil. davon entfernt, strömt brennbares Gas in solcher Menge aus einem im Stinkstein niedergetriebenen Bohrloche, dafs man das Dorf *Fredonia* damit erleuchtet. Das Licht der Flamme dieses Gases ist jedoch nicht so lebhaft, wie das des künstlichen Leuchtgases ††). In der Gegend von *Marietta* im Staate *Ohio* ist das brennbare Gas ein beständiger Begleiter der Soolquellen, so dafs das Erscheinen desselben bei Bohrversuchen auf Steinsalz als ein Vorzeichen des glücklichen Erfolgs angesehen wird †††). In *China* im District *Tseu-lieou-tsing* sind, nach den Mittheilungen des Missionair Imbert §), die Ausströmungen von brennbarem Gas aus erbohrten Soolbrunnen sehr gemein. Einige dieser Brunnen werden nur auf brennbares Gas benutzt, welches sie in solcher Menge liefern, dafs man es zum Versieden der Soole, so wie zum Heizen und Erleuchten der Salinengebäude benutzt. Als die Soole in einem dieser

*) Geographisch-Historisches und Producten-Lexicon von Ungarn. 1786. S. 713.

**) Poggendorff's Annal. Bd. VII. S. 133.

***) Silliman's Journ. V. XV. P. 237.

†) Edinb. Journ. V. X. P. 186.

††) Journ. of the Roy. Inst. T. I. P. 263.

†††) Silliman's Journ. V. X. S. 5.

§) Bibliothèque universelle T. XL. 318. u. Comptes rendus T. XXII. P. 667.

Brunnen ausblieb, bohrte man bis auf 3000 F.: die Soole erschien nicht wieder; als aber der Bohrer bis zu dieser enormen Tiefe gekommen war, erschien plötzlich ein Gasstrahl, welcher als Brennmaterial benutzt wurde. Es giebt Brunnen, deren Gas beim Anzünden eine Feuersäule von 30 F. Höhe liefert. Hier scheint das Gas aus Steinkohlenlagern zu kommen; denn man hat sie oft beim Bohren angetroffen.

J. Dumas *) fand, dafs das aus dem sogenannten knisternden Steinsalz von *Wieliczka* beim Auflösen im Wasser sich entwickelnde Gas brennbar ist. H. Rose **) untersuchte dieses Gas und fand, dafs es ein Gemeng aus Kohlenwasserstoffgas und Wasserstoffgas zu sein schien. Nach Bunsen ***) besteht es aus:

Kohlenwasserstoffgas	84,60
Kohlensäuregas . .	2,58
Sauerstoffgas . . .	2,00
Stickgas	10,35
	99,53

Das brennbare Gas ist im Knistersalz in einem stark comprimirten Zustande enthalten; denn Dumas und H. Rose fanden, dafs dieses Salz die Hälfte seines Volumens Gas lieferte. Verschiedene Stücke Salz gaben jedoch ungleiche Mengen Gas. Unter dem Mikroskope kann man keine Höhlungen im Salze wahrnehmen. Beim Auflösen des Salzes im Wasser werden die Lamellen desselben dünner; es bilden sich innerhalb derselben kleine Gasblasen, welche nach der

*) Annal. de chim. et de phys. T. XLIII. P. 316.

**) Poggendorff's Annal. Bd. XLVIII. S. 353. — In den Strekken der Steinsalzgruben von *Wieliczka* sammelt sich das brennbare Grubengas nicht selten an den Firsten. Es macht sich manchmal durch ein prasselndes Geräusch bemerklich. Hrdina in Karsten's und von Dechen's Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XVI. S. 797. Sollte sich vielleicht dieses Gas aus Knistersalz entwickeln, wenn dasselbe mit Wasser in Berührung kommt? —

***) A. a. O. S. 251.

Richtung der Blätter das Salz zersprengen (wodurch das Knistern bewirkt wird) und aus den entstandenen Spaltungen entweichen. Die klaren und durchsichtigen Stücke des Knistersalzes verknistern beim Auflösen ebenso, wie die wolkigen undurchsichtigen.

Das Knistersalz scheint nicht blofs eine Eigenthümlichkeit der Steinsalzgruben von *Wieliczka* zu sein; auch zu *Hallstadt* in *Oestreich* kommt ein solches Knistersalz vor (S. 1677).

Analysen von brennbarem Grubengas aus Steinkohlengruben.

	I	II	III	IV	V
		Bischof *)		Th. Graham **)	
Kohlenwasserstoffgas .	83,08	91,36	79,10	94,2	82,5
Oelerzeugendes Gas .	1,98	6,32	16,11	—	—
Sauerstoffgas . . .	—	—	—	1,3	1,0
Stickgas	14,94	2,32	4,79	4,5	16,5
	100,00	100,00	100,00	100,0	100,0

I Ein Bläser aus einer Spalte im Kohlensandsteine, im Gerhard's-Stollen bei *Saarbrücken*.

II Ein Bläser aus einer Spalte im Schieferthon, auf der Sohle eines Stollens in einer Kohlengrube bei *Wellesweiler*, in der Umgegend von *Saarbrücken*.

III Aus einem artesischen Brunnen in einem Schacht im Fürstenthum *Schaumburg*.

IV Aus den Steinkohlengruben von *Gateshead* in der Nähe von *New-Castle*.

*) Edinb. new philos. Journal. Vol. XXIX. P. 309. und Vol. XXX. P. 127.

**) Philos. Mag. and Journ. of Sc. III. Ser. No. 189. P. 437. Schon vor mehr als 30 Jahren haben Henry, Thomson, Hy. Davy u. s. w. brennbare Grubengase analysirt. Seitdem hat aber diese Analyse Fortschritte gemacht. Im Allgemeinen stimmen die Resultate, welche jene Chemiker erhalten haben, mit den obigen überein. Die Gegenwart von ölerzeugendem Gas ist aber in keiner jener Analysen angegeben.

V Aus den Steinkohlengruben von *Killingworth* bei *New-Castle.*

Das Gas I strömte nicht mit einer, den Druck der Atmosphäre überwindenden Pressung aus, wohl aber das Gas II; denn dieses entwickelte sich aus der Sohle des Stollens, welche einige Zoll hoch mit Wasser bedeckt war. Beide Gase waren ohne Geschmack und Geruch. Das Gas III entwickelte sich mit Gewalt. Diese drei Gase trübten Kalkwasser: No. I und II enthielten 4 Proc. Kohlensäuregas. Sie enthielten keine bestimmbare Menge Sauerstoff und keine durch Schwefelsäure condensirbaren Kohlenwasserstoff-Dämpfe. Die Gase I und II hatten eine Temperatur, welche die mittlere an den Stellen ihres Vorkommens nur um ungefähr 1°,25 bis 2°,8 R. übertrafen; sie konnten daher nur aus Tiefen von 112 bis 155 Fufs unter dem Stollen heraufkommen.

Das Gas V erlitt eine Verminderung durch Chlorgas in der Dunkelheit; da aber in ihm, als ein wenig Luft zugesetzt wurde, Phosphor stark leuchtete, während eine Beimengung von $\frac{1}{400}$ oder noch weniger ölerzeugendem Gas dieses Leuchten aufhebt: so schlofs Graham auf die Abwesenheit dieses Gases.

In I bewirkte Chlorgas so geringe Absorptionen, dafs die Gegenwart des ölerzeugenden Gases etwas zweifelhaft blieb. Sollte es gegenwärtig gewesen sein: so konnte es 0,25 Proc. nicht überstiegen haben. Chlorgas zeigte dagegen in II 2,8 bis 3,8 und in III 6,56 Proc. ölerzeugendes Gas an.

Nach Graham's Versuchen möchte es zweifelhaft erscheinen, ob diese drei Gase wirklich ölerzeugendes Gas enthielten. Woher kommt es aber, dafs Chlorgas so sehr ungleiche Mengen absorbirte, obgleich die Versuche ganz unter denselben Umständen angestellt wurden? — Auch die Quantitäten Sauerstoffgas, welche diese drei Gase zur Detonation verbrauchten, und aus welchen deren Zusammensetzung berechnet wurde, standen nahe in gleichem Verhältnisse mit den Absorptionen durch Chlorgas. Endlich war das Gas III auch etwas leichter entzündbar als das von II, und leuchtete viel stärker als die anderen Grubengase, welches gleichfalls auf die Gegenwart von ölerzeugendem Gas deutete. Den Versuch mit Phosphor habe ich nicht angestellt. IV und

V enthielten kein Kohlensäuregas. Sollte es vielleicht schon vor der Analyse vom Wasser absorbirt worden sein? —

Die Gase I, II, IV und V kommen in der alten Steinkohlen-Formation vor. Diejenigen, welche früher von Henry, Thomson, Davy u. s. w. analysirt wurden, stammen, so viel mir bekannt ist, gleichfalls aus dieser Formation ab. Das Gas III kommt aber aus einer viel jüngeren Formation, nämlich aus dem Lias. Der Hauptbestandtheil aller dieser Grubengase ist daher leichtes Kohlenwasserstoffgas mit manchmal kleinen Quantitäten ölerzeugendem und Kohlensäuregas. Stickgas scheint stets gegenwärtig zu sein. Es kann in denjenigen Exhalationen, welche eine höhere Pressung als die Atmosphäre haben, nicht von dieser herrühren; sondern es ist ohne Zweifel ein Zersetzungsproduct organischer Substanzen, wahrscheinlich der Kohlen selbst. Die Aehnlichkeit der Grubengase mit den Sumpfgasen spricht sehr für eine solche Entstehung.

Kohlenoxydgas war in keinem dieser fünf Gase aufzufinden. Bunsen *) konnte gleichfalls nicht die geringsten Spuren von diesem Gas in mehreren von ihm untersuchten Kohlenwasserstoff haltenden Exhalationen entdecken. Da die Kohlenwasserstoffgas-Exhalationen unzweifelhaft von der Zersetzung organischer Substanzen auf nassem Wege herrühren (folgendes Kapitel), und da unter diesen Umständen nie Kohlenoxydgas entwickelt wird: so wird schwerlich dieses Gas in solchen Exhalationen gefunden werden. Die oben angegebenen niederen Temperaturen der Exhalationen auf *Abscheron*, wo man sehr geneigt ist, vulkanische Wirkungen in der Tiefe zu vermuthen, schliefsen jede Mitwirkung der Hitze bei ihrer Entstehung aus.

Bunsen konnte sogar in vielen von ihm untersuchten Exhalationen auf *Island*, welche unzweifelhaft mit vulkanischen Thätigkeiten zusammen hängen, keine brennbaren kohlenstoffhaltigen Bestandtheile finden. Entwicklungen von Kohlenwasserstoffgas irgendwo schliefsen also jede Mitwirkung vulkanischer Thätigkeiten aus.

*) A. a. O. S. 241 u. 253.

Kapitel VII.

Stein- und Braunkohlen.

Steinkohlen sind unter günstigen Umständen in alten sedimentären Formationen zu erwarten. Es giebt aber nur eine Formation, welche überall übereinstimmende oder wenigstens sehr ähnliche geognostische Verhältnisse zeigt und am reichsten an Steinkohlenflötzen ist: es ist diefs die alte, unmittelbar auf das Uebergangsgebirge folgende Formation.

Der Ursprung der Stein- und Braunkohlen aus Pflanzensubstanzen ist durch das Vorkommen vegetabilischer Ueberreste in denselben eine so vollkommen constatirte Thatsache, dafs jeder weitere Beweis überflüssig erscheint. Es sind vorzugsweise die Stämme der Stigmarien, Sigillarien, Lepidodendreen und Calamiten, welche die Masse der Steinkohlen-Flötze bilden, und deren mehr oder minder vollständig erhaltene Rinde meist mit blofsen Augen schon an den characteristischen Blattnarben erkennbar ist. Der faserige Anthracit oder die mineralische Holzkohle, welche in Schichten von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll jede wahre Steinkohle älterer Formation begleitet, zeigt unter dem Mikroskope die wohl erhaltene Structur der Araucarien. Aufserdem kommen noch Calamiten, sehr selten dagegen die übrigen Stämme in dem Zustande der Faserkohle vor. Mit Unrecht hat man den Farren einen bedeutenden Antheil an der Steinkohlenbildung zugeschrieben *).

*) Göppert in Poggendorff's Annal. Bd. LXXXVI. S. 482. Durch anatomische Uutersuchung läfst sich nur bei wenigen

Dafs die Umwandlung der Pflanzensubstanzen in Stein-Stein- und Braunkohlen auf nassem Wege von Statten gegangen ist, ist unzweifelhaft.

Vergleicht man die ungeheuern Quantitäten Steinkohlen in der alten Steinkohlen-Formation mit denen, welche in den jüngeren sedimentären Formationen abgesetzt wurden: so erscheinen die letzteren als unbedeutend. Berücksichtigt man auf der anderen Seite, dafs, nach der Erhebung der jüngeren Formationen über das Meer, die Ausdehnung der Continente beständig zunahm und mit ihr gleichfalls die Vegetation: so mufs man fragen, wo sind die Ueberreste dieser zahllos wiederholten Vegetationen zu suchen? Da die Ueberreste der vor der Steinkohlen-Formation gewachsenen Pflanzen in dieser gefunden werden: so haben wir keinen genügenden Grund zu der Annahme, dafs die in späteren Perioden gewachsenen Pflanzen vollkommen zersetzt worden sein sollten. Es sind zwei Umstände, welche Licht auf den Verbrauch der Pflanzen dieser Periode werfen: erstens die bedeutenden Mengen bituminöser Substanzen in vielen sedimentären Gesteinen; zweitens die Erscheinung und aufserordentliche Vermehrung von gigantischen Thieren, deren Ueberreste wir in den jüngeren Formationen finden.

Verschiedene Gesteine, Schiefer und Kalksteine, enthalten häufig sehr bedeutende Quantitäten bituminöser Substanzen, welche 10 Proc. und noch mehr betragen. Ihre Mächtigkeit ist nicht selten so grofs, dafs bedeutende Kohlenmassen entste-

Steinkohlen die Abstammung aus dem Pflanzenreiche nachweisen. Göppert, dem wir viele schätzenswerthe Untersuchungen über Steinkohlen verdanken, und Link erkannten indefs nicht blofs in jüngeren, sondern selbst in älteren Steinkohlen hier und da organische Structur. Lyell und Witham wiesen wirkliche Ueberreste von Coniferen in Steinkohlen nach. Bei einigen Varietäten der Braunkohle (bituminöses Holz, Lignit u. s. w.) ist die Holztextur bis in die kleinsten Theile so erhalten, dafs man noch die Art des Baumes bestimmen kann. In der Regel sind jedoch selbst in der Braunkohle mit Holztextur die Veränderungen so weit fortgeschritten, dafs kaum mehr als einige Elementartheile zu unterscheiden sind. Unger Geschichte der Pflanzenwelt 1852. S. 82.

hen könnten, wenn man sich diese Substanzen aus dem Gesteine in Flötze abgesondert und in Steinkohle umgewandelt denkt. Die bituminösen Substanzen in Schiefern sind, wie diese, mechanische Absätze; die Theilchen organischer Substanzen, aus denen sie entstanden sind, waren daher mit den unorganischen Stoffen im Wasser, aus welchem sie sich abgesetzt haben, suspendirt *). Das Bitumen in manchen Kalksteinen, welche durch die organische Thätigkeit der Thiere oder Pflanzen entstanden sind, ist sehr bedeutend. Da nun die Kalksteine von der alten Steinkohlen-Formation bis zur Kreide einschliefslich immerfort zunehmen: so sind diejenigen Pflanzen, welche zur Fällung des kohlensauren Kalks verwendet wurden, der Kohlen-Bildung entzogen worden.

Riesenmäfsige Thiere verbrauchten grofse Quantitäten von Pflanzen, gleichviel ob sie Pflanzen- oder Fleischfresser waren; denn das Futter der letzteren stammt gleichfalls vom Pflanzenreiche ab. Ihre stickstoffhaltigen Excremente wurden nicht in Kohle, sondern in bituminöse Substanzen umgewandelt, und diese finden sich auch in den Gesteinen, in denen ihre Ueberreste vorkommen.

Die Koprolithen **), welche im Kohlensandstein (Bd. II. S. 782), im Lias, Oolith, Hastingssand, Grünsand, Kreidemergel und in der Kreide, so wie im *Mastrichter* Gestein, im *London*-Thon, in den Süsswasserbildungen von *Aix* und endlich so deutlich in vielen Knochenhöhlen gefunden werden, ihr Vorkommen im Lias von *Bath-Easton* und von *Broadway-Hill* bei *Evesham*, in einer Schicht von einer, mehrere Meilen betragenden Ausdehnung, deren Masse an einigen Puncten bis zum vierten Theile aus Koprolithen besteht, zeigen, welche geologische Bedeutung diese Ueberreste vorhistorischer Excremente haben. Aufser früheren qualitativen Analysen von Wollaston und Prout, besitzen wir neuere quantitative Analysen von Koprolithen.

*) Wir erinnern an die bedeutende Menge von organischen Ueberresten im Wasser der *Weichsel*. (S. 1591).

**) Buckland in Poggend. Annal. Bd. XXI. S. 336 ff.

	I	II	III	IV
Phosphors. Kalk . .	39,60	70,90	15,86	60,8
„ „ Magnesia .		Spur	—	—
„ „ Eisenoxyd . .	—	6,90	9,20	4,1
„ „ Thonerde . .	—	1,60	4,71	—
Harns. Ammoniak u. Kalk	3,00	—	—	—
Kohlens. Kalk	34,77	10,28	39,50	23,7
„ „ Magnesia . . .	—	Spur	0,50	—
Schwefels. Kalk . .	1,75	Spur	—	1,8
„ „ Magnesia .		—	—	—
Fluorcalcium	—	0,61	1,70	—
Chlornatrium	0,50	Spur	—	—
Kieselsäure	—	5,79	10,60	1,6
Thonerde	—	—	6,20	—
Eisenoxyd	—	—	—	2,0
Manganoxyd	—	Spur	—	—
Org. Stoffe und Wasser .	7,30	4,00	11,60	6,1
Sandsteintheile	13,09	—	—	—
	100,01	100,08	99,87	100,1

I, aus dem Sandstein im Flufsthale des *Connecticut*, nach Dana *).

II, von der Küste von *Suffolk*, nach Th. J. Herapath **).

III, ebendaher, nach demselben.

IV, aus dem Lias von *Lyme Regis*, enthielt Fischüberreste, nach demselben.

Man sieht, die phosphorsauren Salze und der kohlensaure Kalk, welche als Hauptbestandtheile zu betrachten sind, kommen in den Koprolithen in sehr veränderlichen Verhältnissen vor, welches ohne Zweifel die Folge späterer Veränderungen ist. Sie erhielten sich so lange, weil sie die Excremente von Knochen fressenden Thieren sind, und daher grofsen Theils aus unorganischen Substanzen bestehen. Die Excremente der Pflanzenfresser konnten aber der Zerstörung nicht widerstehen, und diese haben unzweifelhaft zur Bildung

*) Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1847. S. 729.

**) Chem. Gaz. 1849. S. 449.

bituminöser Substanzen beigetragen. Wären die, nur unbedeutende Mengen unorganischer Substanzen haltenden Excremente der riesenhaften Thiere der Vorzeit in Kohle umgewandelt oder versteinert worden: so würden gewiſs auch sie in groſsen Massen in sedimentären Gesteinen gefunden werden.

In den tertiären Formationen stoſsen wir wieder auf bedeutende Kohlenmassen, aber Kalksteine fehlen gröſstentheils oder treten wenigstens nur untergeordnet auf; die Abscheidung des kohlensauren Kalks in dieser Periode war daher unbedeutend. Da nur die Wasserpflanzen die Fähigkeit besitzen, bedeutende Quantitäten von diesem Carbonat abzusondern: so konnten die Landpflanzen, welche hauptsächlich zur Bildung der Braunkohlen beigetragen haben, nur geringes Material für die Bildung bituminöser Kalklager liefern. Bloſs die Baumstämme, welche durch kohlensauren Kalk versteinert wurden, entzogen Material der Braunkohlen-Bildung, in sofern als bei weitem der gröſste Theil ihrer organischen Bestandtheile in wässriger Lösung fortgeführt wurde. Die Ueberreste groſser Säugethiere in den tertiären Formationen zeigen, daſs auch durch sie bedeutende Quantitäten vegetabilischer Substanzen der Kohlen-Bildung in dieser Periode entzogen wurden.

Die Hauptmasse der Steinkohlen ist in allen Auflösungsmitteln unauflöslich. Aether und Schwefelkohlenstoff ziehen manchmal einen harzartigen Körper aus. Sie enthalten Wasser, die dichten weniger, als die erdigen. Im luftleeren Raume und etwas über 80° R. verlieren sie dieses Wasser nach Regnault. Der Stickstoffgehalt der Steinkohlen zeigt sich in den mehr oder weniger starken Spuren von Ammoniak bei der trocknen Destillation, oder beim Erhitzen mit Kali. Unabhängig vom Eisenkies enthalten sie Schwefel. Die Braunkohlen enthalten in der Regel viel mehr Wasser, als die Steinkohlen, und gleichfalls unabhängig vom Eisenkies Schwefel. Manche Braunkohlen werden, nach Marx, fast ganz von Alkalien aufgelöst.

Braunkohlen und Steinkohlen unterscheiden sich, nach P. Kremers *) chemisch darin, daſs erstere stets durch

*) Poggendorff's Annal. Bd. LXXXIV. S. 77.

trockne Destillation Essigsäure und essigsaures Ammoniak liefern, letztere dagegen eine ammoniakalische Reaction zeigen. Da nun bei der trocknen Destillation des Holzes die Holzfaser wesentlich die Bildung von Essigsäure veranlafst: so würde diefs beweisen, dafs die Braunkohlen noch unversehrte Holzfaser, die Steinkohlen dagegen keine enthielten, wenn nicht auch die Humin-Substanzen Essigsäure bei der trocknen Destillation lieferten.

Wir besitzen eine grofse Zahl von Analysen von Stein- und Braunkohlen. Im Nachstehenden finden sich die Resultate bei weitem der meisten dieser Analysen, wobei wir uns blofs auf die Angabe des Maximum und Minimum der Bestandtheile und auf die mittlere Zusammensetzung beschränkt haben. Die organischen Bestandtheile sind, nach Abzug der erdigen, in Procenten angegeben *). H. Taylor **) machte auf einen Umstand aufmerksam, der gewifs einen grofsen Einflufs auf die Genauigkeit der Resultate der Analyse hat. Die erdigen Bestandtheile der Steinkohlen halten nämlich unbezweifelt etwas gebundenes Wasser zurück, welches wegen Gegenwart der organischen Materie nicht genau bestimmt werden kann. Wird die Steinkohle, wie gewöhnlich, in der Siedhitze des Wassers getrocknet: so entwickelt sich das chemisch gebundene Wasser mit dem bei der Analyse producirten, und Sauerstoff und Wasserstoff werden zu hoch bestimmt. Je mehr die erdigen Bestandtheile betragen, desto gröfser wird dieser Fehler; daher ist bei Beurtheilung der Resultate der Analyse auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen.

*) Die folgenden Analysen habe ich schon vor einigen Jahren gesammelt und daraus die mittlere Zusammensetzung der Steinkohlen u. s. w. ermittelt. Seitdem sind aber mehrere neuere Analysen erschienen. Es würde eine unnöthige Mühe sein, nach diesen die mittlere Zusammensetzung und die darauf gegründeten Berechnungen corrigiren zu wollen; denn dadurch würde sich nichts Wesentliches ändern. Der Vollständigkeit wegen verweisen wir indefs auf die in Liebig's und Kopp's Jahresberichten 1847 und 1848. S. 1112 ff., 1849. S. 708 ff. 1850. S. 688 ff. 1851. S. 732 ff. angeführten neueren Analysen von Stein- und Braunkohlen, Torf u. s. w.

**) Edinb. new Philos. Journ. V. L. P. 140.

Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff u. Stickstoff		Erdige Bestandtheile	
Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
I. Neun Steinkohlen aus der alten Kohlen-Formation von *Oberschlesien*, *Saarbrücken*, *Essen*, *Werden*, *Eschweiler* und *England*, nach Karsten *).							
96,6	74,8	5,5	0,4	21,1	3,0	2,9	0,5
II. Acht Steinkohlen aus der alten Kohlen-Formation von *Newcastle*, *Glasgow*, *Lancashire*, *Edinburgh* und *South-Hetton*, nach Th. Richardson **).							
89,2	79,1	7,2	5,3	14,5	5,5	14,6	1,1
III. Sechzehn Steinkohlen aus der alten Steinkohlen-Formation von *Alais*, *Rive-de-Gier*, *Flenu von Mons*, *Lavaysse*, *Epinac*, *Commentry*, *Blanzy*, *Newcastle* und *Lancashire*, nach Regnault ***).							
90,6	8,3	5,9	4,9	11,8	4,4	5,3	0,24
IV. Sechs Steinkohlen aus der Lias-Formation im Fürstenthum *Lippe-Schaumburg*, aus den untern Schichten des unteren Oolith von *Céral* (Dep. *de l'Aveyron*), aus den Sandstein-Schichten des Grünsand von *Saint-Girons*, und von *Gagat* in einem ähnlichen Lager, wie das Vorige von *Sainte-Colombe*, nach Regnault.							
90,4	76,0	5,8	4,9	18,3	4,7	19,2	0,9
V. Sechs Steinkohlen aus der alten Kohlen-Formation im *Plauen*'schen Grunde bei *Dresden*, nach Köttig †).							
81,8	79,1	6,2	5,7	15,1	12,2	27,0	7,5

VI. Drei Steinkohlen aus der alten Steinkohlen-For-

*) Untersuchungen über die kohligen Substanzen des Mineralreichs 1826.

**) Annalen der Pharmacie Bd. XXIII. S. 42.

***) Annales des Mines (3. ser.) T. XII.. 1837. P. 161.

†) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXIV. S. 463.

Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff u. Stickstoff		Erdige Bestandtheile	
Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
mation von *Newcastle* (*Hartley-Grube*) nach H. Taylor *).							
87,9	81,0	6,5	5,8	12,8	4,5	16,9	1,4
VII. Vier Steinkohlen aus der alten Steinkohlen-Formation von *Newcastle, Wigan cannel, St. Helen's, Staffordshire, Oregon,* nach F. Vaux **).							
83,1	79,4	6,0	5,3	14,9	10,2	35,5	1,0
VIII. Zwölf Steinkohlen aus der alten Steinkohlen-Formation in *Schlesien*, nach Baer ***).							
84,7	74,2	5,6	4,8	20,3	13,3	10,1	2,7
IX. Neun Steinkohlen aus der alten Steinkohlen-Formation in *Westphalen*, nach Demselben.							
90,4	81,3	5,3	4,5	13,0	5,0	14,1	3,2
X. *Englische* Steinkohle nach Demselben.							
79,0		5,8		15,7			
XI. Zwei Steinkohlen aus den *Marennen* von *Toscana* (*Monte Massi*) nach Bunsen †).							
77,2	76,0	5,5	5,1	18,5	17,7	4,1	3,2
Eine Steinkohle von demselben Fundorte nach La Casa ††).							
62,0		5,0		18,8		14,2	
Eine Steinkohle von *Monte Bomboli* nach demselben.							
76,5		4,9		13,9		4,7	

*) A. a. O.

**) Quaterly Journ. of the chem. Soc. of London V. I. No. III. P. 318. Diese Steinkohlen enthielten 0,4 bis 2,6 Proc. Schwefel.

***) Archiv der Pharmacie 2. R. Bd. LXI. S. 3. u. Bd. LXIII. S. 129.

†) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. XLIX. S. 261.

††) Jahresbericht 1847—1848. S. 1115.

Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff u. Stickstoff		Erdige Bestandtheile	
Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.

XII. Zwei *Russische* Steinkohlen von *Krassnokut* bei *Bachmut* und von den Ufern der *Oka*, Gouv. *Wladimir*, nach Woskressensky *). Nach Murchison u. s. w. **) stammen sie aus der alten Steinkohlen-Formation.

73,1	64,5	5,1	4,7	30,8	21,7	6,5	2,4

XIII. Fünf *Russische* Steinkohlen von *Solikamsk, Charkow, Tschernolessnaja* am *Caucasus, Selenina*, Gouv. *Kaluga* und *Grigorjewa*, Gouv. *Rjasan*, nach Woskressensky, aus unbekannten Formationen.

79,3	67,9	6,1	3,6	26,0	15,5	26,0	2,7

XIV. Eine grofse Reihe *Nordamericanischer* Steinkohlen aus der alten Kohlen-Formation, nach Johnson ***).

A. von *Maryland* und *Pennsylvanien.*

76,7	68,4					14,0	7,0

B. von *Virginien.*

68,0	53,0					14,0	8,0

XV. Die vorzüglichsten Stein- und Braunkohlen *Ungarn's*, nach Nendtwich †).

89,9	67,3	6,0	4,3			12,0	0,8

XVI. Lignit von *Uttweiler*, nördlich vom *Siebengebirge*, und fossiles Holz von *Brühl*, nach Karsten ††).

77,9		2,6		19,5		1,0	
64,1		5,0		30,9		14,3	

*) Journ. für pract. Chemie Bd. XXXVI. S. 185.

**) The Geology of Russia P. 101 and 78.

***) A report on american coals. 1844. Da mir dieser Report nur im Auszuge bekannt ist, so weifs ich nicht, ob der Kohlenstoffgehalt, nach Abzug der erdigen Bestandtheile, angegeben ist.

†) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLI. S. 8.

††) A. a. O.

Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff u. Stickstoff		Erdige Bestandtheile	
Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.

XVII. Lignit von *Sipplingen*, nach L. Gmelin *).

70,2		3,7		26,1		5,5	

XVIII. Vier vollkommene Lignite von den *Rhone*-Mündungen, von *Dax, Niederalpen* und vom *Meifsner* (Pechkohle) nach Regnault **).

74,2	72,2	5,9	4,9	22,5	20,1	13,4	1,8

XIX. Acht Lignite vom *Meifsner* (Pechkohle und Uebergang des Lignit in Pechkohle) vom *Hirschberg* und *Habichtswald* (Pechkohlen und Stangenkohle) von *Ringenkuhl* und vom *Stillberg* am *Söhrwald*, nach Kühnert ***).

73,9	63,5	6,0	4,9	31,6	20,7	7,0	0,8

XX. Sechs Lignite vom *Meifsner* (Schwarz- und Braunkohle) *Hirschberg* (Glanz- und Braunkohle) *Fahlbach* Schwarzkohle) und *Mühlhausen*, nach Gräger †).

75,1	68,6	8,3	5,9	25,1	19,0	47,2	2,3

XXI. Stangen- und Glanzkohle vom *Meifsner*, nach Kühnert und Gräger ††).

86,6		4,0		9,4		15,5	
89,0		4,6		6,4		4,0	

XXII. Drei unvollkommene Lignite von *Griechenland*, *Cöln* und *Usnach*, nach Regnault †††).

67,3	57,3	5,8	5,3	36,9	27,2	9,0	2,2

*) n. Jahrb. für Mineralogie u. s. w. 1839. S. 527.

**) A. a. O.

***) Annal. d. Chemie und Pharmacie Bd. XXXVII. S. 94.

†) Ebend. Bd. XLVIII. S. 314. Gräyer fand darin 0,7 bis 8 Proc. Schwefel.

††) A. a. O.

†††) A. a. O.

Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff u. Stickstoff		Erdige Bestandtheile	
Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
XXIII. Vier Braunkohlen von *Brennberg* bei *Oedenburg* in *Ungarn* nach Nendtvich *).							
72,5	71	5,2	4,7	24,5	22,3	2,6	2,1
XXIV. Braunkohle von *Tiflis*, nach Woskressensky **).							
65,6		5,9		28,5		3,0	
XXV. Braunkokle von *Rauen*, nach Baer ***).							
66,1		5,1		28,9		10,7	
XXVI. Lignit von *Bovey Heathfield*, nach Vaux †).							
67,9		5,8		24,0			
XXVII. Braunkohle von *Oberhart* bei *Glognitz*, mit sehr ausgezeichneter Holzstructur, nach Schrötter ††).							
59,2		5,9		34,9		2,6	
XXVIII. Zwei Lignite, die in Erdharz übergehen, von *Ellenbogen* und *Cuba*, nach Regnault †††).							
79,0	77,6	7,9	7,6	14,5	13,5	5,0	3,9
XXIX. Asphalt von *Mexico*, nach Regnault.							
81,5		9,6		9,0		2,8	
XXX. Torf von *Vulcaire*, *Long*, *Champ-du-Feu*, nach Regnault.							
61,1	60,4	6,5	6,0	33,6	32,5	5,6	4,6

*) Journ. für pract. Chemie Bd. XLII. S. 365.

**) A. a. O.

***) A. a. O.

†) A. a. O. Dieser Lignit enthielt 2,4 Proc. Schwefel.

††) Poggendorff's Annal. Bd. LIX. S. 37.

†††) A. a. O.

Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff u. Stickstoff		Erdige Bestandtheile	
Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.

XXXI. Torf von *St. Petersburg*, nach Woskressensky *).

41,6		4,0		54,4		6,0	

XXXII. Torf von *Princetown* bei *Tavistock*, nach Vaux **).

60		6,0		33,8		10,0	

XXXIII. Torfkohle aus *Westphalen*, nach Baer ***).

80,7		4,1		15,2			

Steinkohlen II bis XI. †)

90,6	74,0	7,2	4,5	20,0	4,4	35,5	0,24

Mittel aus diesen 67 Analysen.

82,1		5,5		12,4			

Mittel aus 59 Analysen der Steinkohlen II bis XI mit Ausschlufs von IV und XI aus jüngeren Formationen.

82,6		5,6		11,8			

Mittel aus den 8 Analysen der Steinkohlen von IV und XI.

80,2		5		19,8			

*) A. a. O.

**) A. a. O. Dieser Torf enthielt 0,6 Proc. Schwefel.

***) A. a. O.

†) In I ist gewifs der Wasserstoff zu niedrig und der Kohlenstoff zu hoch bestimmt. — In XI und XII lassen die ungewöhnlich grofsen Quantitäten von Sauerstoff vermuthen, dafs in den zur Analyse verwendeten Steinkohlen noch chemisch gebundenes Wasser vorhanden war. Es ist wenigstens nicht anzunehmen, dafs die Zusammensetzung der *Rufsischen* Steinkohlen so bedeutend von der der übrigen abweichen sollte.

Kohlenstoff		Wasserstoff		Sauerstoff u. Stickstoff		Erdige Bestandtheile	
Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Braunkohlen von XVII bis XX.							
75,1	63,5	8,3	4,9	31,6	19,0	47,2	0,8
Stangen- und Glanzkohle XXI.							
89,0	86,6	4,6	4,0	9,4	6,4	15,5	4,0
Braunkohlen, die in Erdharz übergehen, und Asphalt. XXVIII und XXIX.							
81,5	77,6	9,6	7,6	14,5	9,0	5,0	2,8
Unvollkommene Lignite XXII.							
67,3	57,3	5,9	5,3	36,9	27,2	10,7	2,2
Holz, mittlere Zusammensetzung.							
49,1		6,3		44,6			

Aus vorstehenden Analysen ergiebt sich, dafs zwischen der Zusammensetzung der Steinkohlen der alten und der jüngeren Steinkohlen-Formationen kein bedeutender Unterschied statt findet. Die Maxima und Minima der organischen Bestandtheile würden ohne Zweifel nicht so weit aus einander stehen, wenn nicht so viele Fehlerquellen in der Methode der Analyse lägen. Die grofsen Differenzen zwischen den Sauerstoff-Quantitäten, welche nur die S. 1760 angeführte Ursache haben können, beweisen diefs. Die sehr nahe Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der Steinkohlen in V, obgleich die Quantitäten der erdigen Bestandtheile sehr verschieden sind, ist sehr interessant; denn sie zeigt, dafs, unter übrigens gleichen Umständen, die Umwandlung der Pflanzensubstanzen in Steinkohle auf gleiche Weise erfolgte, mögen sich ihnen viel oder wenig erdige Theile beigemengt haben.

Die Zusammensetzung der Braunkohlen weicht von der der Steinkohlen darin ab, dafs in jenen der Kohlenstoff bedeutend weniger, und der Sauerstoff bedeutend mehr, als in diesen beträgt. Das Maximum des Kohlenstoffs in den Braun-

kohlen erreicht noch nicht das Minimum desselben in den Steinkohlen, und das Minimum des Sauerstoffs in jenen ist noch etwas gröfser, als das Maximum desselben in diesen. In den unvollkommenen Braunkohlen, welche noch Holztextur zeigen, nimmt der Kohlenstoff noch mehr ab, und der Sauerstoff noch mehr zu. Ihre Zusammensetzung nähert sich also immer mehr der des grünen Holzes.

Die Stangen- und Glanzkohlen vom *Meifsner* machen eine Ausnahme von dieser Regel. Ihre Zusammensetzung kommt mit der mancher Steinkohlen vollkommen überein; dagegen fällt die der Glanzkohle vom *Hirschberg* zwischen die der Steinkohlen und der Braunkohlen. Da an beiden Orten die Stangen- und Glanzkohle in Berührung mit Basalt vorkommt: so hält man sie für, durch Hitze umgewandelte Braunkohlen *). Ihr geringer Gehalt an Sauerstoff scheint für eine solche Vorstellung zu sprechen.

Von den Stein- und Braunkohlen unterscheiden sich die in Erdharz übergehenden Lignite und der Asphalt wesentlich durch ihren grofsen Wasserstoffgehalt.

Karsten **) und Regnault fanden, dafs die Asche der Steinkohlen selten beträchtliche Mengen von Kalk ent-

*) v. Leonhard die Basalt-Gebilde. Abth. II. S. 286 u. s. w.

**) In der Asche der Steinkohlen von *Wellin* und *Löbejün* fand Karsten (a. a. O. S. 171) 24,3 bis 26,4 Proc. Kalkerde, zum Theil mit Kohlensäure verbunden. Kalklager sind im Hangenden der dortigen Steinkohlen-Flötze. In Klüften dieser Steinkohlen kommen Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende, Quarz, Kalkspath und Barythspath vor. — In den auf der Schichtungs-Ebene senkrecht oder fast senkrecht stehenden Klüften in dem Kohlengebirge *Saarbrücken's* findet sich häufig Dolomit. — In der Steinkohlen-Formation bei *Minden* kommt in den Klüften eine, aus den Carbonaten von Kalk, Eisenoxydul, Magnesia und Manganoxydul bestehende Masse vor, welche wenigstens $\frac{1}{3}$ der ganzen Kohlenmasse ausmacht.

Die Frage, ob die Steinkohlen Carbonate enthalten oder nicht, kann begreiflicher Weise nicht durch Untersuchung der Aschen, sondern nur durch Behandlung der Kohlen mit Säuren beantwortet werden. Diese Prüfung ist aber nur in seltenen Fällen vorgenommen worden.

halten; spätere Analysen bestätigten diefs. Die Asche der von Richardson analysirten Steinkohlen brauste nicht im mindesten mit Säuren, sie enthielt auch keine Spur von Schwefelsäure. Die Steinkohlen-Asche besteht meist aus sehr fein zertheilten, in der ganzen Masse verbreiteten thonartigen Theilen, welche Wasser enthalten, das erst in der Rothglühhitze fortgetrieben wird. Ist die Asche sehr eisenhaltig: so halten die Steinkohlen meist viel Eisenkies. Vaux fand in denselben häufig Spuren von Kupfer und Blei, und Daubrée *) Arsenik und Antimon. J. A. Phillips **) konnte dagegen in 16 von ihm untersuchten Steinkohlen-Sorten keine Spur von Kupfer und Blei finden.

Baer ***) fand in den Aschen der von ihm untersuchten Steinkohlen als Hauptbestandtheile: Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Kieselsäure, Schwefelsäure und Schwefel. In weit geringerer Menge fand er Baryt (nur in den *Schlesischen* Steinkohlen) Magnesia, Chlor und Phosphorsäure. In den Aschen, in denen der Gehalt an Eisenoxyd geringer war, überwog ihn die Thonerde; in anderen kamen beide einander nahe. Beim Uebergiefsen von Salzsäure entwickelte sich mehr oder weniger Schwefelwasserstoffgas.

Genauere Untersuchungen der erdigen Bestandtheile der Stein- und Braunkohlen verdanken wir Kremers †). Er wählte hierzu vorzugsweise solche, in denen unterm Mikroskop noch deutliche Pflanzenzellen oder Holzstructur zu erkennen waren ††).

*) Compt. rend. T. XXVII. P. 827.

**) Chem. Soc. Quat. Journ. T. II. P. 1.

***) A. a. O.

†) A. a. O.

††) Ehrenberg konnte in der Steinkohlen-Asche keine Spur von kieselschaligen Infusorien finden. Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXIV. S. 63.

	I	II a	II b	III	IV	V
Kieselsäure . .	15,48	45,13	60,23	31,30	1,70	3,12
Thonerde . .	5,28	22,47	31,63	8,31	2,12	29,50
Eisenoxyd . .	74,02	25,83	6,36	54,47	60,79	32,78
Kalkerde . .	2,26	2,80	1,08	3,44	19,22	20,56
Magnesia . .	0,26	0,52	0,35	1,60	5,03	2,16
Kali	0,53	0,60	0,11	0,07	0,35	0,99
Natron . . .	—	0,28	—	0,29	0,08	1,72
Schwefels. Kalk	2,17	2,37	0,24	0,52	10,71	9,17
	101,53	100,60	98,37	98,95	99,30	100,00*)
Asche nach Proc.	1,99	1,89	1,74	11,18	3,06	1,16

I Glanzkohle von *Oberndorf* bei *Zwickau* von homogener Beschaffenheit.

II Steinkohle von *Zwickau*, bestehend aus abwechselnden Schichten.

a) einer compacteren Glanzkohle.

b) einer lockeren Rufskohle.

III Steinkohle von *Waldenburg*.

IV Steinkohle aus der Steinkohlen-Formation an der *Inde*.

V Braunkohle von *Artern*.

Von der bisher vermifsten, ursprünglich aber gewifs vorhandenen Phosphorsäure fanden sich nur geringe Spuren und von den Alkalien die angeführten geringen Mengen.

Kremers folgert aus diesen Analysen, dafs die unorganischen Bestandtheile, welche ursprünglich in den vegetabilischen Substanzen, aus denen sich die Stein- und Braunkohlen gebildet hatten, vorhanden waren, durch andere ersetzt worden sind.

Von Kohlen, welche so bedeutende Quantitäten Kalk enthalten, wie IV und V, ist zu vermuthen, dafs sie aus Wasserpflanzen entstanden sind.

H. Taylor **) lieferte schätzenswerthe Analysen der

*) Diese Werthe wurden durch directe Bestimmung erhalten.

**) A. a. O.

erdigen Bestandtheile der Steinkohlen und der mit ihnen wechselnden Thon- und Schieferthon-Schichten aus der Steinkohlen-Formation von *Newcastle.* In nachstehender Ordnung folgen vom Liegenden zum Hangenden die Schichten auf einander.

	I	II	III	IV	V
Kieselsäure . .	62,44	59,56	64,21	56,51	58,99
Thonerde . . .	31,22	12,19	28,78	31,89	26,19
Eisenoxyd . .	2,26	15,96	2,27	—	5,14
Eisenoxydul . .	—	—	—	7,04	5,11
Kalk	0,75	9,99	1,34	1,69	0,67
Magnesia . .	0,85	1,13	1,12	0,85	1,54
Kali	2,48	1,17	2,28	1,38	2,34
Natron	—	—	—	0,61	—
	100,00	100,00	100,00	99,97	99,98

I Feuerbeständiger Thon, gewöhnlich das unmittelbare Liegende des Kohlenflötzes, nach Abzug von 10,5 Proc. Wasser und von 0,44 Chlornatrium und schwefelsaurem Natron.

II Asche der guten Kohle (1,36 Proc.) nach Abzug von 8,2 Proc. Schwefelsäure.

III Asche der unreinen Kohle (16,9 Proc.) nach Abzug der Schwefelsäure.

IV Bituminöser Schieferthon, nach Abzug von 39,35 Proc. organischer Bestandtheile.

V Bläulicher Schieferthon, nach Abzug von 11 Proc. Wasser.

Die gänzliche Abweichung der erdigen Bestandtheile der Steinkohlen II und III von denen der Pflanzen, und ihre nahe Uebereinstimmung mit denen der sie einschliefsenden Thon- und Schieferthon-Schichten I, IV und V, zeigt, dafs jene wie diese sedimentäre Bildungen sind. Die Zusammensetzung der erdigen Bestandtheile dieser Steinkohlen weicht nicht mehr von der der Thon- und Schiefer-Schichten ab, als diese unter sich von einander abweichen; nur der Gehalt an Eisenoxyd und Kalkerde tritt in II sehr hervor. Auch Kremers Analysen zeigen einen meist überaus vorherrschen-

den Eisengehalt. Wie indefs in den Mineralien (Augit, Hornblende u. s. w.) und in den krystallinischen und sedimentären Gebirgsarten, so vertreten sich auch Eisenoxyd und Thonerde gegenseitig in den erdigen Bestandtheilen der Steinkohlen. Steigt der Eisengehalt, so sinkt der Thonerdegehalt, und umgekehrt.

Die Aehnlichkeit in der Zusammensetzung der erdigen Bestandtheile der Steinkohlen und der mit ihnen wechselnden Schichten finden wir auch in Kremers Analysen. Die Zusammensetzung von II. b. gleicht vollkommen der des feuerbeständigen Thons und des Schieferthons. Die übrigen Aschen weichen indefs von den bis jetzt analysirten sedimentären Gebirgsarten im hohen Grade ab. Es ist daher sehr wünschenswerth, dafs Kremers seine sorgfältigen Untersuchungen auf die Schichten ausdehnen möchte, welche mit den Steinkohlen, deren Aschen er analysirte, alterniren.

Da die Zusammensetzung der organischen Bestandtheile des bituminösen Schieferthons IV mit der der Steinkohlen sehr nahe übereinstimmt, da sich jener von diesen nur durch den überwiegend gröfseren Gehalt an Asche unterscheidet: so schliefst Taylor, dafs sich beide unter gleichen Umständen (wir möchten lieber sagen, aus gleichem aber in ungleichen Verhältnissen gegebenem Material) gebildet haben.

Die Resultate aus Kremers nnd Taylor's Untersuchungen lassen sich nur aus einer innigen Mengung der vegetabilischen mit den erdigen Substanzen erklären. Diese innige Mengung kann statt gefunden haben, wenn Pflanzen, wie die Calamiten, so porös waren, dafs die im Meere suspendirten erdigen Theile in ihre Zellen dringen konnten, oder wenn die Pflanzen vorher durch Vermoderung in feine Theile zertheilt worden waren. Steinkohlen, die sich auf erstere Weise gebildet haben, können noch deutliche Pflanzenzellen oder Holzstructur zeigen, aber diese Structur dürften selbst die auf letzterem Wege gebildeten Steinkohlen ebenso noch wahrnehmen lassen, wie in vermoderten Holztheilchen. Dichte Holzarten gestatten zwar das Eindringen der Gewässer und mithin den Absatz der darin gelösten Substanzen in ihrem Innern; die in Gewässern suspendirten Theile konnten aber erst nach der Zerstörung des Holzes dahin gelangen. Stein-

kohlen, in denen sich, wie in den eben angeführten, die Bestandtheile des mit ihnen alternirenden Schieferthons finden, können daher nicht aus dichten Holzarten, ohne vorhergegangene Vermoderung, entstanden sein. Dasselbe gilt auch von den Nestern von Schieferthon, Sandstein oder Hornstein, welche sich bisweilen mitten in den Kohlenflötzen finden.

Nach de Saussure verwandelten 240 Th. trockne Eichenspäne 10 Cubikzoll Sauerstoffgas in ebenso viel Kohlensäuregas, welches 3 Gewichtstheile Kohlenstoff enthielt; das Gewicht der Späne verminderte sich aber um 15 Th. Mithin trennten sich noch 12 Gewichtstheile Wasser von den Elementen des Holzes, Liebig *) bemerkt, dafs Späne von Holz, vom Baume genommen, das Volumen des Sauerstoffgases anfangs vermindern, während das, eine Zeit lang der Atmosphäre ausgesetzt gewesene befeuchtete Holz den umgebenden Sauerstoff in Kohlensäure ohne Aenderung des Volumens umwandelt. Jene Sauerstoff-Absorption scheint daher nicht durch die Holzfaser, sondern durch die im Holze enthaltenen stickstoffhaltigen löslichen Bestandtheile, welche vom Wasser extrahirt werden, zu erfolgen; denn deren Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff wird vom Sauerstoff vollständig oxydirt. Die Gegenwart der organischen Substanzen in allen Gewässern, das Baregin und die Quellsäure in den Quellwassern, welche durch Einwirkung der Luft in die schwerlösliche Quellsatzsäure übergeht, zeigt diese Extraction.

Aber auch die Oxydation des Kohlenstoffs im Holz mufs ihre Grenzen haben; denn wäre sie eine ununterbrochen fortdauernde: so müfste das der Luft ausgesetzte Holz nach und nach so zerstört werden, dafs blofs die erdigen Bestandtheile zurückbleiben. Diefs widerspricht aber allen Erfahrungen.

Bei unseren Betrachtungen über die Umwandlung der vegetabilischen Substanzen in Stein- und Braunkohle werden wir stets von der Holzsubstanz ausgehen, und dazu haben wir um so mehr Grund, da die Vermuthung, dafs zu allen

*) Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur. 6te Auflage. S. 477 ff.

Zeiten der Vorwelt die Vegetation der Wälder die vorherrschende war, sehr wahrscheinlich ist *).

Aus der Vergleichung der Zusammensetzung des braunen vermoderten Eichen- und Buchenholzes mit der dieser Hölzer im frischen Zustande folgert Liebig **), dafs bei der Vermoderung der Sauerstoff der Luft nicht den Kohlenstoff, sondern den Wasserstoff des Holzes oxydirt und ausscheidet, und dafs die sich gleichzeitig entwickelnde Kohlensäure von den Elementen des Holzes herrührt. Aus der Zusammensetzung eines weifsen faulen Holzes aus dem Innern abgestorbener Holzstämme, die mit Wasser in Berührung waren, folgert er, dafs bei dieser Umwandlung mit einer gewissen Menge Sauerstoff die Bestandtheile des Wassers vom Holze aufgenommen werden, während sich Sauerstoff und Kohlenstoff als Kohlensäure ausscheiden.

Da oxydirbare Substanzen des Mineralreichs, wie z. B. Eisenoxydul-Verbindungen, auch unter Wasser durch den absorbirten Sauerstoff oxydirt werden: so erscheint es nicht zweifelhaft, dafs auch unter Wasser befindliche organische Substanzen einer solchen Oxydation unterliegen, und diefs könnte noch in grofsen Tiefen unter dem Meere gedacht werden; denn Meerwasser aus 2234 Fufs Tiefe enthält noch Sauerstoffgas absorbirt (Bd. II. S. 1132) ***). Göppert †) fand, dafs sich Flechten, 6 bis 8 Zoll unter Wasser liegend, rasch zersetzten, dagegen 12 bis 36 Zoll unter Wasser 15 Monate lang ziemlich gut erhielten. Die Zersetzung vegetabilischer Substanzen scheint also um so schwieriger von Statten zu gehen, je tiefer sie unter Wasser liegen, und diefs rührt

*) Unger a. a. O. S. 273.

**) A. a. O. S. 477 ff.

***) Auf der andern Seite wirkt Meerwasser nach A. Hayes, (S. 1557) zwar auf seiner Oberfläche kräftig oxydirend, wie z. B. auf den Kupferbeschlag der Schiffe; allein in der Tiefe überziehen sich Metalle mit Schwefelmetallen. Da demnach hier die schwefelsauren Salze des Meerwassers durch organische Substanzen desoxydirt werden: so erscheint es zweifelhaft, dafs letztere gleichzeitig oxydirt werden.

†) Poggendorff's Annal. Bd. LXXXVI. S. 484.

wohl davon her, dafs sich der zu ihrer Oxydation verbrauchte Sauerstoff in gröfserer Tiefe langsamer, als in geringerer erneuert. Jeden Falls dürfte diese Zersetzung verschiedene Richtungen nehmen, je nachdem sich die organischen Substanzen in einem mehr oder weniger tiefen Meere befinden.

In den Steinkohlen finden wir theils ebenso viel, theils nur 1,8 Proc. weniger Wasserstoff als im Holz; dagegen beträgt der Sauerstoff in jenen 26 bis 40 Proc. weniger, als in diesem. Das Holz mufste daher bei seiner Umwandlung in Steinkohle wesentlich Sauerstoff verlieren, wodurch sich die relativen Mengen des Wasserstoffs und Kohlenstoffs vermehrten. Die Hauptfrage ist, auf welche Weise hat sich der Sauerstoff abgeschieden? Entweder entwich er mit Wasserstoff als Wasser, oder mit Kohlenstoff als Kohlensäure. Oxydirt, nach Liebig, der Sauerstoff der Luft nur den Wasserstoff des Holzes: so konnte dessen Sauerstoff nur in Verbindung mit dessen Kohlenstoff entweichen. Wenn auch das Meerwasser in noch gröfseren Tiefen, als 2243 Fufs, gewifs noch Sauerstoff absorbirt enthält: so hält es doch schwer, eine fortdauernde Oxydation des Wasserstoffs der in solchen Tiefen befindlichen vegetabilischen Ueberreste zu begreifen, da bis dahin nicht die Wellen das Meerwasser der Oberfläche führen und den verbrauchten Sauerstoff wieder erneuern, und da bis dahin auch nicht die Meeres-Strömungen, in eingeschlossenen Meeren, reichen. Wir müssen daher fragen: ist eine solche Oxydation eine nothwendige Bedingung zur Umwandlung derselben in Steinkohlen? —

Saussure's Versuche zeigen schon, dafs Wasserstoff und Sauerstoff aus den Elementen des Holzes entweichen. Aus Sümpfen, in denen organische Substanzen verfaulen, steigt Kohlenwasserstoff- und Kohlensäuregas auf (S. 1754). Ob sich nicht auch beim Vermodern des Holzes Kohlenwasserstoffgas entwickelt, ist noch nicht nachgewiesen. Ist das Wasser eine Bedingung dieser Entwicklung: so ist sie in hohlen Baumstämmen zu erwarten; denn das darin enthaltene vermoderte Holz ist stets feucht und breiartig und nicht selten vom Regenwasser fufshoch bedeckt. Die von Boussingault in der atmosphärischen Luft nachgewiesenen Kohlenwasserstoff-Verbindungen thun dar, dafs dieselben als

Folge der auf der Erde von statten gehenden Fäulnifsprocesse in dieselbe geführt werden.

Da die Bildung des Kohlenwasserstoffgases aus den Elementen organischer Substanzen höchst wahrscheinlich an den beschränkten Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs geknüpft ist: so ist sie vorzugsweise zu erwarten, wenn, wie in Sümpfen, die Fäulnifs unter Wasser von Statten geht. Unter diesen Umständen entweicht daher jeden Falls ein Theil des Wasserstoffs in Verbindung mit Kohlenstoff.

Dafs in Steinkohlen noch eine fortwährende Ausscheidung des Sauerstoffs und Wasserstoffs in Verbindungen mit Kohlenstoff von Statten geht, zeigen die im Steinkohlengebirge so häufigen Entwicklungen von Kohlensäure- und Kohlenwasserstoffgas (1749). Dieser Umstand erklärt den verschiedenen Gehalt der Steinkohlen an Sauerstoff und Wasserstoff, und dieser verschiedene Gehalt bedingt auch den verschiedenen Gehalt der Steinkohlen an flüchtigen Bestandtheilen *). Dafs die Ausscheidung des Sauerstoffs und Was-

*) Regnault's und Vaux's Untersuchungen zeigen, dafs die Menge der Coaks, welche die Steinkohlen geben, sehr nahe in geradem Verhältnisse mit der Menge ihres Kohlenstoffs und in umgekehrtem mit der ihres Sauerstoffs stehen. Die Braunkohlen lassen dieselben Verhältnisse, jedoch weniger regelmäfsig wahrnehmen. Die Menge des Wasserstoffs, welche in den Stein- und Braunkohlen überhaupt weniger schwankt, als die des Sauerstoffs, zeigt keinen merklichen Einflufs auf diese Verhältnisse. Die an Wasserstoff reichen Lignite, welche in Erdharz übergehen, so wie der Asphalt geben jedoch die geringsten Menge Coaks; sie enthalten daher die gröfsten Mengen flüchtiger Bestandtheile. Eine fortgesetzte Entwickelung von Kohlensäure- und Kohlenwasserstoffgas aus Steinkohlen vermindert daher die Menge der flüchtigen Substanzen. Jeder Umstand, der jene Entwicklung begünstigt, begünstigt daher auch diese Verminderung. Der Gehalt an flüchtigen Substanzen ist in den magersten Anthraciten fast Null; er steigt aber in den backendsten Kohlen bis zu 50 Proc.

Die Gebrüder W. B. und H. D. Rogers (Reports of the Association of American Geologists etc. Boston 1843. P. 470.) fanden als Resultat vielfacher chemischer Analysen, dafs in der *Appalachian*-Steinkohlen-Formation der Gehalt an flüchtigen

serstoffs nicht blofs aus den Steinkohlen, sondern auch aus den mit ihnen alternirenden Gesteinen-Schichten erfolgt, wenn dieselben viel von organischen Ueberresten enthalten, zeigt die bedeutende Entwicklung von Kohlenwasserstoffgas aus dem S. 1752 erwähnten artesischen Brunnen; denn durch Bohren bis zu einer Tiefe von 80 bis 242 Fufs unter dem bebauten Steinkohlenflötz hat man ein zweites nicht gefunden *).

Die häufige Entwicklung des Kohlenwasserstoffgases mit mehr oder weniger Kohlensäuregas aus aufsteigenden Quellen und aus artesischen Brunnen spricht schon dafür, dafs diese Gase aus einer Region kommen, wo Wasser mit Steinkohlen oder organischen Ueberresten in Berührung ist. Nicht weniger spricht dafür der Umstand, dafs sich beim Steinkohlenbergbau die Entwicklung des brennbaren Grubengases mit zunehmender Tiefe häufig vermehrt; denn je mehr er in die Tiefe dringt, desto mehr nehmen in der Regel die Wasser zu. Schon Morand **) bemerkt, dafs die an Wasser reichen Minen, wie es scheint, auch reich an schlagen-

Substanzen um so geringer ist, je mehr die Flötze in ihrer Lagerung gestört sind. Hier finden sich in demselben Flötze Uebergänge von fast wahrem Anthracit bis zu den backendsten Kohlen. Die Ursache dieser bedeutenden Verschiedenheiten sucht H. D. Rogers in den ungeheuern Exhalationen stark erhitzter Dämpfe und Gase, welche durch zahllose Klüfte und Spalten, die während der Aufrichtung der Schichten entstanden waren, geströmt sind. Die auf diese Weise erhitzten Kohlen sollen, nach ihm, mehr oder weniger von ihren flüchtigen Bestandtheilen verloren haben. Unsere Ansicht, welche auf eine Thatsache, auf die Entwicklungen von Kohlenwasserstoff- und Kohlensäuregas gegründet ist, scheint eine so künstliche Hypothese überflüssig zu machen. Der geringere Gehalt an flüchtigen Substanzen in den aufgerichteten Kohlenflötzen dürfte mit dem leichteren Zutritt der Gewässer, welche jene Entwicklungen begünstigen, im Zusammenhange stehen.

*) Mein Mémoire sur l'aérage des mines, eine von der Academie der Wissenschaften zu Brüssel gekrönte Preisschrift in „Des Moyens de soustraire l'exploitation des mines de houille aux changes d'explosion. Bruxelles 1840. P. 236.

**) L'art d'exploiter les mines de charbon de terre 1768. T. I. P. 38.

den Wettern sind. Es wird daher immer wahrscheinlicher, dafs Kohlenwasserstoffgas sich nur dann entwickelt, wenn vegetabilische Substanzen unter Wasser zersetzt werden.

Bedingt die Gegenwart des Wassers die Entwicklung des brennbaren Gases: so ist dessen äusserst seltenes Vorkommen in Braunkohlen-Gruben begreiflich; denn selten reichen ihre Flötze unter die Thalsohle *).

Nach Liebig erfolgte die Umwandlung der Holzfaser in Steinkohle, indem sich gewisse Quantitäten ihrer Elemente in der Form von Oelen, Sumpfgas und Kohlensäuregas trennten. Subtrahirt man von der Zusammensetzung der Holzfaser 3 At. Sumpfgas, 3 At. Wasser und 9 At. Kohlensäure: so erhält man die Zusammensetzung der brennbaren Bestandtheile der Splintkohle von *Newcastle* und der Cannelkohle von *Lancashire*.

Durch Vergleichung der Zusammensetzung der Braunkohle von *Laubach* in der *Wetterau* mit der des Eichenholzes fand Liebig, dafs jene aus diesem durch Ausscheidung von 2 At. Wasserstoff und 3 At. Kohlensäure entstanden sein konnte. Von der Braunkohle von *Ringkuhl* ist anzunehmen, dafs bei ihrer Bildung aus der Holzfaser, ausser Wasserstoff und den Elementen der Kohlensäure, auch die des Wassers entfernt wurden.

Nach Göppert wandelt sich in den Steinkohlengruben von *Charlottenbrunn* das Zimmerholz zuweilen in Braunkohle um. Dasselbe fand man vor mehreren Jahren in einem verlassenen Stollen einer Eisensteingrube zu *Turrach* in *Steiermark*. H. Schrötter erklärt, zu Folge seiner Analyse, diese Umwandlung aus einer Ausscheidung von Sumpfgas und Kohlensäuregas aus dem Eichenholz **).

*) Lyell's Angabe (dessen zweite Reise nach *Nordamerika* Bd. II.), dafs am Ausflusse des *Mississippi*, wo eine grofse Menge Treibholz jährlich von Schlamm und Sand bedeckt wird, Kohlenwasserstoffgas, in Folge der langsamen Umwandlung des Holzes in Braunkohle, überall aus dem Boden hervorkommt, zeigt recht augenscheinlich, wie stets die Gegenwart des Wassers die Entwicklung dieses Gases bedingt.

**) F. Unger Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt. 1852. S. 92.

Alle bisheringen Bemühungen, die Umwandlung des Holzes in Stein- und Braunkohle durch Ausscheidung binärer Verbindungen der Elemente zu erklären, waren einseitig und willkührlich. Die defshalb entwickelten Formeln haben gar keinen Werth. Abstrahirt man vom ölerzeugenden Gas und von nicht gasförmigen Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff: so bleiben blofs Kohlensäuregas, Kohlenwasserstoffgas und Wasser übrig, durch deren Ausscheidung aus dem Holz die Erklärung der Bildung der Steinkohle zu versuchen ist. Die theilweise Abscheidung von Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff als Wasser und Kohlensäure aus den Elementen des Holzes ist eine Thatsache. Auch die Abscheidung von Wasserstoff und Kohlenstoff als Kohlenwasserstoffgas ist, wenigstens für den Fall, dafs die Zersetzung unter Wasser erfolgt, erwiesen. Wir haben also folgende vier Fälle. Die Umwandlung erfolgt durch Abscheidung:

1) von Kohlensäure- und Kohlenwasserstoffgas, oder
2) von Kohlensäuregas und Wasser, oder
3) von Kohlenwasserstoffgas und Wasser, oder
4) von Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Wasser.

Der zweite Fall kann entweder so gedacht werden, dafs das Wasser blofs vom Wasserstoff und Sauerstoff des Holzes herrührt, oder dafs ein Theil des Wasserstoffs oder seine ganze Menge vom äussern Sauerstoff oxydirt wird. Einer Oxydation des Kohlenstoffs durch den äussern Sauerstoff widerspricht die fortschreitende Zunahme des Kohlenstoffs bei der Umwandlung des Holzes in Steinkohle. Der dritte Fall ist nicht denkbar, weil sich bei der Zersetzung vegetabilischer Substanzen nie Kohlenwasserstoffgas ohne Kohlensäure entwickelt.

Im Nachstehenden haben wir Formeln entwickelt für die drei Fälle:

I dafs die Umwandlung durch Abscheidung von Kohlensäure- und Kohlenwasserstoff,

II dafs sie durch Abscheidung von Kohlensäure aus den Elementen des Holzes und durch Oxydation des Wasserstoffs durch den äussern Sauerstoff, und

III dafs sie durch Abscheidung von Kohlensäure und Wasser aus den Elementen des Holzes erfolgt.

Diese drei Fälle gehören zu den bestimmten Aufgaben, für die sich Gleichungen entwickeln lassen. Der Fall, dafs sich Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas und Wasser entwickeln, gehört aber zu den unbestimmten Aufgaben, welche mehrere Auflösungen zulassen. Es kann keine unter den möglichen Umwandlungen gedacht werden, wobei eine gröfsere Menge vom Kohlenstoff des Holzes verloren geht, als im Fall I, und auf der andern Seite kann auch keine Umwandlung statt finden, wobei weniger davon verloren geht, als im Fall III. Je mehr sich Kohlenwasserstoffgas dem entweichenden Wasser und Kohlensäuregas beimengt, desto näher rückt dieser Verlust dem Maximum im Fall I, und je weniger sich Kohlenwasserstoffgas beimengt, desto näher rückt er dem Minimum im Fall III.

Sind allgemein die Quantitäten

	im Holz,	in der Steinkohle oder in irgend einem Umwandlungsproducte des Holzes
des Kohlenstoffs	= a	= α
„ Wasserstoffs	= b	= β
„ Sauerstoffs	= c	= γ

und ist im Fall I, x = dem Sauerstoff und y = dem Wasserstoff, welche ausgeschieden werden müssen: so hat man folgende Proportionen:

$$a - 0{,}375\, x - 3y : b - y : c - x = \alpha : \beta : \gamma$$

Hieraus ergeben sich:

$$x = \frac{(\alpha - 3\beta)\, c - (a - 3b)\, \gamma}{\alpha - 0{,}375\, \gamma - 3\beta}$$

$$y = \frac{(x - c)\, \beta + \gamma b}{\gamma} \quad {}^{*)}$$

Ist im Fall II, x = dem Sauerstoff, welcher in Verbindung mit Kohlenstoff entweicht, und y = dem Wasserstoff, welcher durch den äusseren Sauerstoff oxydirt wird: so hat man die Proportionen:

$$a - 0{,}375\, x : b - y : c - x = \alpha : \beta : \gamma$$

*) Aus dieser Gleichung bestimmt sich der Werth von x einfacher, als wenn in ihr der Werth von y substituirt wird.

Hieraus folgt, dafs

$$x = \frac{\alpha c - \gamma a}{\alpha - 0,375\,\gamma}$$

$$y = \frac{(x - c)\,\beta + \gamma b}{\gamma}$$

Ist im Fall III, x = dem Sauerstoff, welcher in Verbindung mit Kohlenstoff, und y = dem Wasserstoff, welcher in Verbindung mit Sauerstoff aus dem Holze ausgeschieden wird; so hat man die Proportionen:

$$a - 0,375\,x : b - y : c - 8,01y - x = \alpha : \beta : \gamma$$

Es ist demnach $y = \frac{0,375\,(\beta c - \gamma b) + \alpha b - \beta a}{3\beta - 0,375\,\gamma + \alpha}$

$$x = \frac{\beta a - \alpha\,(b - y)}{0,375\,\beta} \text{ *)}$$

Aus vorstehenden sechs Gleichungen für x und y ergeben sich folgende Werthe.

1) Steinkohlen, Mittel aus 67 Analysen.

Fall I. x = 41,9; y = 5,09

	Holz				Steinkohle	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	31,0	=	18,1	82,2
Wasserstoff	6,3	—	5,1	=	1,2	5,5
Sauerstoff	44,6	—	41,9	=	2,7	12,3
	100,0		78,0		22,0	100,0

Es verflüchtigten sich 57,6 Proc. Kohlensäure und 20,4 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. x = 39,45; y = 4,01

Kohlenstoff	49,1	—	14,8	=	34,3	82,2
Wasserstoff	6,3	—	4,01	=	2,29	5,5
Sauerstoff	44,6	—	39,45	=	5,15	12,3
	100,0		58,26		41,74	100,0

Es verflüchtigten sich 54,24 Proc. Kohlensäure und 4,01 Wasserstoff wurden oxydirt.

*) Aus dieser Gleichung bestimmt sich der Werth von x gleichfalls einfacher, als wenn in ihr der Werth von y substituirt wird.

Fall III. $x = 11,41$; $y = 3,31$

Kohlenstoff	49,1	—	4,3	=	44,8		82,2
Wasserstoff	6,3	—	3,3	=	3,0		5,5
Sauerstoff	44,6	—	37,9	=	6,7		12,3
	100,0		45,5		54,5		100,0

Es verflüchtigten sich 15,7 Proc. Kohlensäure und 29,8 Proc. Wasser.

Das Holz verlor daher			und gab	
nach	I	78,0 Proc.	22 Proc.	
„	II	58,3 „	41,7 „	
„	III	45,5 „	54,5 „	Steinkohle.

2) Steinkohlen, Mittel aus 49 Analysen.

Fall I. $x = 42,02$; $y = 5,07$

	Holz				Steinkohle	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	30,97	=	18,13	82,6
Wasserstoff	6,3	—	5,07	=	1,23	5,6
Sauerstoff	44,6	—	42,02	=	2,58	11,8
	100,0		78,06		21,94	100,0

Es entwickelten sich 57,78 Proc. Kohlensäure und 20,28 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. $x = 39,73$; $y = 3,98$

Kohlenstoff	49,1	—	14,9	=	34,2	82,6
Wasserstoff	6,3	—	3,98	=	2,32	5,6
Sauerstoff	44,6	—	39,73	=	4,87	11,8
	100,0		58,61		41,39	100,0

Es entwickelten sich 54,63 Proc. Kohlensäure und es wurden 3,98 Proc. Wasserstoff oxydirt.

Fall III. $x = 12,15$; $y = 3,28$

Kohlenstoff	49,1	—	4,56	=	44,54	82,9
Wasserstoff	6,3	—	3,28	=	3,02	5,6
Sauerstoff	44,6	—	38,42	=	6,18	11,5
	100,0		46,26		53,74	100,0

Es entwickelten sich 16,71 Proc. Kohlensäure und 29,55 Proc. Wasser.

3) Steinkohlen aus den *Marennen* *).

Fall I. x = 40,1; y = 5

	Holz				Steinkohle	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	30	=	19,1	76,7
Wasserstoff	6,3	—	5	=	1,3	5,2
Sauerstoff	44,6	—	40,1	=	4,5	18,1
	100,0		75,1		24,9	100,0

Es verflüchtigten sich 55,1 Proc. Kohlensäure und 20 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. x = 36,25; y = 3,84

Kohlenstoff	49,1	—	13,6	=	35,5	76,7
Wasserstoff	6,3	—	3,8	=	2,5	5,3
Sauerstoff	44,6	—	36,3	=	8,3	18
	100,0		53,7		46,3	100,0

Es verflüchtigten sich 49,8 Proc. Kohlensäure und 3,8 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. x = 8,8; y = 3,13

Kohlenstoff	49,1	—	3,3	=	45,8	76,7
Wasserstoff	6,3	—	3,1	=	3,2	5,3
Sauerstoff	44,6	—	33,9	=	10,7	18,0
	100,0		40,3		59,7	100,0

Es verflüchtigten sich 12,1 Proc. Kohlensäure und 28,2 Proc. Wasser.

Das Holz verlor daher und gab

nach I	75,1	Proc.	24,9
nach II	53,7	„	46,3
nach III	40,3	„	59,7

*) Sie sollen tertiäre Bildungen, und daher Braunkohlen sein, welche indeſs in ihrer Zusammensetzung den eigentlichen Steinkohlen näher kommen, als alle bis jetzt analysirte Braunkohlen.

4) Anthracit von *Lamure*, nach Regnault.

Fall I. x = 43,95; y = 6,03

	Holz			Anthracit	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	34,57 =	14,53	94,04
Wasserstoff	6,3	—	6,03 =	0,27	1,75
Sauerstoff	44,6	—	43,95 =	0,65	4,21
	100,0		84,55	15,45	100,00

Es entwickelten sich 60,79 Proc. Kohlensäure und 24,12 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. x = 43,12; y = 5,7

Kohlenstoff	49,1	—	16,17 =	32,93	94,06
Wasserstoff	6,3	—	5,7 =	0,6	1,71
Sauerstoff	44,6	—	43,12 =	1,48	4,23
	100,0		64,99	35,01	100,00

Es entwickelten sich 59,29 Proc. Kohlensäure und 5,7 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. x = — 0,375; y = 5,38

Da x einen negativen Werth erhält, so ist die Umwandlung des Holzes in Anthracit blofs durch Abscheidung von Kohlensäure und Wasser aus seinen Elementen nicht möglich. Es mufs daher, wenn diese Umwandlung statt hatte, ein Theil des Wasserstoffs entweder in Verbindung mit Kohlenstoff entwickelt (Fall I.), oder durch den äufsern Sauerstoff oxydirt worden sein (Fall II.). Neben Kohlensäure und Wasser würden in jenem Falle nur 0,075 Proc. Kohlenwasserstoffgas entwickelt worden sein.

5) Lignit aus den *Niederalpen*, nach Regnault.

Fall I. x = 38,3; y = 4,8

	Holz			Lignit	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	28,8 =	20,3	72,3
Wasserstoff	6,3	—	4,8 =	1,5	5,3
Sauerstoff	44,6	—	38,3 =	6,3	22,4
	100,0		71,9	28,1	100,0

Es verflüchtigten sich 52,7 Proc. Kohlensäure und 19,2 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. $x = 33,2$; $y = 4,2$

Kohlenstoff	49,1	—	12,5	=	36,6		72,2
Wasserstoff	6,3	—	3,6	=	2,7		5,3
Sauerstoff	44,6	—	33,2	=	11,4		22,5
	100,0		49,3		50,7		100,0

Es verflüchtigten sich 45,6 Proc. Kohlensäure und 4,2 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. $x = 7,26$; $y = 2,9$

Kohlenstoff	49,1	—	2,7	=	46,4		72,6
Wasserstoff	6,3	—	2,9	=	3,4		5,3
Sauerstoff	44,6	—	30,5	=	14,1		22,1
	100,0		36,1		63,9		100,0

Es verflüchtigten sich 10 Proc. Kohlensäure und 26,1 Proc. Wasser.

6) Fossiles Holz von *Usnach*, nach Regnault.

Fall I. $x = 25,4$; $y = 3,25$

	Holz				Fossiles Holz		nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	18,65	=	30,45		57,8
Wasserstoff	6,3	—	3,25	=	3,05		5,8
Sauerstoff	44,6	—	25,40	=	19,20		36,4
	100,0		47,30		52,70		100,0

Es verflüchtigten sich 34,9 Proc. Kohlensäure und 14 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. $x = 17,17$; $y = 1,95$

Kohlenstoff	49,1	—	6,4	=	42,7		57,3
Wasserstoff	6,3	—	1,95	=	4,35		5,8
Sauerstoff	44,6	—	17,2	=	27,4		36,9
	100,0		25,55		74,45		100,0

Es verflüchtigten sich 23,6 Kohlensäure und 1,95 Proc. Wasserstoff wurde oxydirt.

Fall III. x = 2,62; y = 1,39

Kohlenstoff	49,1	—	1,0	=	48,1	57,3	
Wasserstoff	6,3	—	1,4	=	4,9	5,9	
Sauerstoff	44,6	—	13,75	=	30,85	36,8	
	100,0		16,15		83,85	100,0	

Es entwickelten sich 3,6 Proc. Kohlensäure und 12,5 Proc. Wasser.

7) Lignit in Erdharz übergehend, nach Regnault.

Fall I. x = 40,58; y = 4,1

	Holz				Lignit	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	27,5	=	21,6	77,6
Wasserstoff	6,3	—	4,1	=	2,2	7,9
Sauerstoff	44,6	—	40,6	=	4,0	14,5
	100,0		72,2		27,8	100,0

Es entwickelten sich 55,8 Proc. Kohlensäure und 16,4 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. x = 38,08 ; y = 2,78

Kohlenstoff	49,1	—	14,3	=	34,8	77,7
Wasserstoff	6,3	—	2,8	=	3,5	7,8
Sauerstoff	44,6	—	38,1	=	6,5	14,5
	100,0		55,2		44,8	100,0

Es entwickelten sich 52,4 Proc. Kohlensäure und 2,78 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. x = 20,05; y = 2,1

Kohlenstoff	49,1	—	7,5	=	41,6	77,8
Wasserstoff	6,3	—	2,1	=	4,2	7,8
Sauerstoff	44,6	—	36,9	=	7,7	14,4
	100,0		46,5		53,5	100,0

Es entwickelten sich 27,6 Proc. Kohlensäure und 18,9 Proc. Wasser.

8) Torf von *Princeton*, nach Vaux.

Fall I. $x = 29,08;\ y = 3,54$

	Holz				Torf	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	21,5	=	27,6	60,1
Wasserstoff	6,3	—	3,5	=	2,8	6,1
Sauerstoff	44,6	—	29,1	=	15,5	33,8
	100,0		54,1		45,9	100,0

Es entwickelten sich 40 Proc. Kohlensäure und 14,2 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. $x = 21,5;\ y = 2,2$

Kohlenstoff	49,1	—	8,1	=	41,0	60,1
Wasserstoff	6,3	—	2,2	=	4,1	6,0
Sauerstoff	44,6	—	21,5	=	23,1	33,9
	100,0		31,8		68,2	100,0

Es entwickelten sich 29,6 Proc. Kohlensäure und 2,2 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. $x = 5,33;\ y = 1,6$

Kohlenstoff	49,1	—	2,0	=	47,1	60,2
Wasserstoff	6,3	—	1,6	=	4,7	6,0
Sauerstoff	44,6	—	18,15	=	26,45	33,8
	100,0		21,75		78,25	100,0

Es entwickelten sich 7,33 Proc. Kohlensäure und 14,42 Proc. Wasser.

9) Torfkohle, nach Baer.

Fall I. $x = 41,34;\ y = 5,41$

	Holz				Torfkohle	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	31,73	=	17,37	80,7
Wasserstoff	6,3	—	5,41	=	0,89	4,1
Sauerstoff	44,6	—	41,34	=	3,26	15,2
	100,0		78,48		21,52	100,0

Es entwickelten sich 56,84 Proc. Kohlensäure und 21,64 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. $x = 38,06$; $y = 4,53$

Kohlenstoff	49,1	—	14,27	=	34,83	80,7
Wasserstoff	6,3	—	4,53	=	1,77	4,1
Sauerstoff	44,6	—	38,06	=	6,54	15,2
	100,0		56,86	=	43,14	100,0

Es entwickelten sich 52,33 Proc. Kohlensäure und 4,53 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. $x = 4,32$; $y = 3,89$

Kohlenstoff	49,1	—	1,62	=	47,48	80,5
Wasserstoff	6,3	—	3,89	=	2,41	4,1
Sauerstoff	44,6	—	35,48	=	9,12	15,4
	100,0		40,99		59,01	100,0

Es entwickelten sich 5,94 Proc. Kohlensäure und 35,05 Proc. Wasser.

10) Asphalt, nach Regnault.

Fall I. $x = 42,16$; $y = 3,71$

	Holz				Asphalt	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	26,9	=	22,2	81,6
Wasserstoff	6,3	—	3,7	=	2,6	9,6
Sauerstoff	44,6	—	42,2	=	2,4	8,8
	100,0		72,8		27,2	100,0

Es entwickelten sich 58 Proc. Kohlensäure und 14,8 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. $x = 40,88$; $y = 2,32$

Kohlenstoff	49,1	—	15,3	=	33,8	81,5
Wasserstoff	6,3	—	2,3	=	4,0	9,6
Sauerstoff	44,6	—	40,9	=	3,7	8,9
	100,0		58,5		41,5	100,0

Es entwickelten sich 56,2 Proc. Kohlensäure und 2,32 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. x = 26,63; y = 1,69

Kohlenstoff	49,1	—	10,0	=	39,1		81,5
Wasserstoff	6,3	—	1,7	=	4,6		9,6
Sauerstoff	44,6	—	40,3	=	4,3		8,9
	100,0		52,0		48,0		100,0

Es entwickelten sich 36,62 Proc. Kohlensäure und 15,23 Proc. Wasser.

Der Asphalt scheint übrigens in seiner Zusammensetzung zu variiren. Baussingault fand in einem von *Coxitambo* in *Süd-America* 75,0 Kohlenstoff, 9,5 Wasserstoff und 15,5 Sauerstoff.

11) Retinit aus den Braunkohlen-Gruben von *Walchow* in *Mähren*, nach Schrötter *).

Fall I. x = 41,9; y = 3,09

	Holz				Retinit	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	25,0	=	24,1	80,3 **)
Wasserstoff	6,3	—	3,1	=	3,2	10,7
Sauerstoff	44,6	—	41,9	=	2,7	9,0
	100,0		70,0		30,0	100,0

Es entwickelten sich 57,6 Proc. Kohlensäure und 12,4 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. x = 40,85; y = 1,84

Kohlenstoff	49,1	—	15,3	=	33,8	80,5
Wasserstoff	6,3	—	1,8	=	4,5	10,7
Sauerstoff	44,6	—	40,9	=	3,7	8,8
	100,0		58,0		42,0	100,0

Es entwickelten sich 56,17 Proc. Kohlensäure und 1,84 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

*) A. a. O.

**) Mittel aus dreien nahe übereinstimmenden Analysen.

Fall III. x = 29,9; y = 1,29

Kohlenstoff	49,1	—	11,21	=	37,89	80,2
Wasserstoff	6,3	—	1,29	=	5,01	10,6
Sauerstoff	44,6	—	40,23	=	4,37	9,2
	100,0		52,73		47,27	100,0

Es entwickelten sich 41,11 Proc. Kohlensäure und 11,62 Proc. Wasser.

12) Bernstein, nach Schrötter.

Fall I. x = 41,4; y = 3,1

	Holz				Bernstein	nach Proc.
Kohlenstoff	49,1	—	24,8	=	24,3	79,2
Wasserstoff	6,3	—	3,1	=	3,2	10,4
Sauerstoff	44,6	—	41,4	=	3,2	10,4
	100,0		69,3		30,7	100,0

Es entwickelten sich 56,93 Proc. Kohlensäure und 12,4 Proc. Kohlenwasserstoff.

Fall II. x = 40,07; y = 1,77

Kohlenstoff	49,1	—	15,0	=	34,1	79,12
Wasserstoff	6,3	—	1,8	=	4,5	10,44
Sauerstoff	44,6	—	40,1	=	4,5	10,44
	100,0		56,9		43,1	100,00

Es entwickelten sich 55,1 Proc. Kohlensäure und 1,77 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. x = 29,66; y = 1,25

Kohlenstoff	49,1	—	11,1	=	38,0	79,3
Wasserstoff	6,3	—	1,3	=	5,0	10,4
Sauerstoff	44,6	—	39,7	=	4,9	10,3
	100,0		52,1		47,9	100,0

Es entwickelten sich 40,8 Proc. Kohlensäure und 11,3 Proc. Wasser.

Auf nachstehende Analysen lassen sich die vorstehenden Formeln gleichfalls anwenden. Vermodertes Eichenholz aus einem hohlen Eichenstamm, nach Liebig A, Humus von Ei-

chenholz, nach Meyer B, Humus von Eichenholz, nach Will C; Eichenholz, nach Gay-Lussac und Thenard D *).

	A	B	C	D
Kohlenstoff	53,47	54	56	52,53
Wasserstoff	5,16	5,1	4,9	5,27
Sauerstoff	41,37	40,9	39,1	42,20
	100,00	100,0	100,0	100,00

A. Fall I. $x = 3,72$; $y = 0,496$

	Eichenholz				Vermodertes Holz	nach Proc.
Kohlenstoff	52,53	—	2,88	=	49,65	53,44
Wasserstoff	5,27	—	0,50	=	4,77	5,14
Sauerstoff	42,20	—	3,72	=	38,48	41,42
	100,00		7,10		92,90	100,00

Es entwickelten sich 5,12 Proc. Kohlensäure und 1,98 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. $x = 2,09$; $y = 0,29$

Kohlenstoff	52,53	—	0,78	=	51,75	53,44
Wasserstoff	5,27	—	0,29	=	4,98	5,14
Sauerstoff	42,20	—	2,09	=	40,11	41,42
	100,00		3,16		96,84	100,00

Es entwickelten sich 2,87 Proc. Kohlensäure und 0,29 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. $x = 0,25$; $y = 0,21$

Kohlenstoff	52,53	—	0,09	=	52,44	53,63
Wasserstoff	5,27	—	0,21	=	5,06	5,18
Sauerstoff	42,20	—	1,93	=	40,27	41,19
	100,00		2,23		97,77	100,00

Es entwickelten sich 0,34 Proc. Kohlensäure und 1,89 Proc. Wasser.

*) A. a. O. S. 470.

B. Fall I. x = 5,62; y = 0,7

	Eichenholz				Humus	nach Proc.
Kohlenstoff	52,53	—	4,21	=	48,32	54,0
Wasserstoff	5,27	—	0,7	=	4,57	5,1
Sauerstoff	42,20	—	5,62	=	36,58	40,9
	100,00		10,53		89,47	100,0

Es entwickelten sich 7,73 Proc. Kohlensäure und 2,8 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. x = 3,4; y = 0,42

Kohlenstoff	52,53	—	1,28	=	51,25	54,0
Wasserstoff	5,27	—	0,42	=	4,85	5,1
Sauerstoff	42,20	—	3,4	=	38,80	40,0
	100,00		5,10		94,90	100,0

Es entwickelten sich 4,68 Proc. Kohlensäure und 0,42 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. x = 0; y = 0,3

Kohlenstoff	52,53	—	0,0	=	52,53	54,0
Wasserstoff	5,27	—	0,3	=	4,97	5,1
Sauerstoff	42,20	—	2,4	=	39,80	40,9
	100,00		2,7		97,30	100,0

Es entwickelten sich keine Kohlensäure, aber 2,7 Proc. Wasser.

C. Fall I. x = 11,7; y = 1,46

	Eichenholz				Humus	nach Proc.
Kohlenstoff	52,53	—	8,77	=	43,76	56,0
Wasserstoff	5,27	—	1,46	=	3,81	4,9
Sauerstoff	42,20	—	11,70	=	30,50	39,1
	100,00		21,93		78,07	100,0

Es entwickelten sich 16,09 Proc. Kohlensäure und 5,84 Proc. Kohlenwasserstoffgas.

Fall II. $x = 7{,}57$; $y = 0{,}94$

Kohlenstoff	52,53	—	2,84	=	49,69	56,0
Wasserstoff	5,27	—	0,94	=	4,33	4,9
Sauerstoff	42,20	—	7,57	=	34,63	39,1
	100,00		11,35		88,65	100,0

Es entwickelten sich 10,41 Proc. Kohlensäure und 0,94 Proc. Wasserstoff wurden oxydirt.

Fall III. $x = 0$; $y = 0{,}69$

Kohlenstoff	52,53	—	0,0	=	52,53	56,0
Wasserstoff	5,27	—	0,69	=	4,58	4,9
Sauerstoff	42,20	—	5,53	=	36,67	39,1
	100,00		6,22		93,78	100,0

Es entwickelten sich keine Kohlensäure, aber 6,22 Proc. Wasser.

Das vermoderte chokoladebraune Eichenholz A zeigte noch vollkommen die Structur des Holzes. Eine andere Probe von einer anderen Eiche von lichtgrüner Farbe, leicht zerreiblich zu feinem Pulver, gab bei der Analyse 56,211 Kohlenstoff und 43,789 Wasser. Sie kommt daher der Zusammentzung des Humus C sehr nahe.

Diese Untersuchungen über die Umwandlung des Eichenholzes in vermodertes Holz und in Humus gewähren eine klare Vorstellung von der Umwandlung des Holzes in Steinkohle, Braunkohle u. s. w. Bei jener Umwandlung können vergleichende Analysen des ursprünglichen Materials und der Umwandlungs-Producte angestellt werden, und es lassen sich die Processe in ihren ersten Phasen verfolgen; bei den Steinkohlen ist diefs nicht, bei den Braunkohlen nur selten möglich.

Schon die Vergleichung der Analysen des unveränderten Eichenholzes und seiner Umwandlungs-Producte zeigt, dafs während seine physikalischen Eigenschaften, Cohäsion, Farbe und Structur, sehr bedeutend verändert werden, die chemische Zusammensetzung nur eine sehr geringe Veränderung erleidet.

Da der Gewichtsverlust des Holzes in dem Falle III nur

2,23 bis 6,22 Proc. und selbst in dem Falle II nur 3,16 bis 11,35 Proc. beträgt, da sogar, wenn sich ausser Wasser und Kohlensäure auch etwas Kohlenwasserstoffgas entwickelt haben sollte, das Maximum des Verlustes von 22 Proc. in C, Fall I, lange nicht erreicht werden könnte: so ist die bedeutende Abnahme des Volumens des Holzes beim Faulen desselben schwierig zu erklären. Zwar werden hierbei die löslichen Substanzen des Holzes durch die in die faulenden Bäume gelangenden Regenwasser fortgeführt; da sie aber nur ungefähr 4 Proc. betragen: so ist dieser Verlust von keinem merklichen Einflufs. Es finden sich Bäume, deren Inneres bis auf die Rinde hohl ist, und in denen sich im Verhältnifs zu dem hohlen Raume nur wenig Holzerde findet. Die Höhlung reicht auch meist so weit unter die gewöhnlich seitwärts befindliche Oeffnung hinab, dafs an ein Fortführen der Holzerde durch die Gewässer, wenigstens nicht während der letzten Perioden der Fäulnifs zu denken ist. Es ist daher sehr zu wünschen, dafs dieses Verhältnifs durch fortgesetzte aufmerksame Beobachtungen an hohlen Bäumen aufgeklärt werden möge. Auf der andern Seite erklärt der geringe Verlust des Holzes, während der ersten Perioden seiner Zersetzung, die scheinbar ohne Volumen-Verminderung erfolgende Veränderung der unter Wasser befindlichen Pfähle. Sollten überdiefs an die Stelle der abgeschiedenen organischen Bestandtheile unorganische Substanzen, z. B. Kieselsäure treten: so würde auch die zunehmende Festigkeit und Dichtigkeit, welche solches unter Wasser zersetzte Holz erleidet, leicht zu begreifen sein.

Wir sehen, dafs sich die Umwandlung des Holzes in vermodertes Holz und in Humus aus den drei Fällen genügend erklären läfst, und dafs sie, was besonders wichtig ist, ohne Mitwirkung des äusseren Sauerstoffs gedacht werden kann. Findet diese Umwandlung nach dem Fall III statt: so zeigt die Umwandlung des Eichenholzes in A, dafs die Kohlensäure nur $\frac{1}{6}$ von der Menge des Wassers beträgt, während sie in B und C ganz verschwindet. In den ersten Phasen der Umwandlung ist daher die Kohlensäure-Entwicklung äusserst gering oder ganz Null. Die Umwandlung beginnt mit der Ausscheidung von Sauerstoff und Wasserstoff als Was-

ser, und erst später entweichen Sauerstoff und Kohlenstoff als Kohlensäure. Wahrscheinlich scheiden sich Kohlenstoff und Wasserstoff als Kohlenwasserstoffgas noch später aus.

Bei der Umwandlung des Holzes in Steinkohle können die drei Fälle als möglich gedacht werden. Der Fall I liefert die gröfste, der Fall III die geringste Menge Kohlensäure, und umgekehrt ist der Fall I mit dem gröfsten und der Fall III mit dem geringsten Verlust an verflüchtigten Bestandtheilen des Holzes verknüpft. Erfolgte die Umwandlung blofs durch Abscheidung von Kohlensäure und Kohlenwasserstoffgas: so würde das Holz nur 22 bis 25 Proc. Steinkohle gegeben haben. Das Volumen des auf dem Grunde des Meeres befindlichen vegetabilischen Detritus würde sich daher noch in einem gröfseren Verhältnisse vermindert haben, da die Steinkohle ein viel gröfseres spec. Gewicht, als das Holz hat. Bedeutende Senkungen würden demnach während der Steinkohlen-Bildung eingetreten sein. Die Umwandlung des Holzes in vermodertes Holz und in Humus zeigt aber, dafs sie mit einer Ausscheidung von Wasser beginnt, und dafs daher der Fall III gewifs der vorherrschende ist. Dann aber gingen bei der Umwandlung bei weitem weniger, ungefähr nur 50 Proc. an verflüchtigten Bestandtheilen verloren.

Die Werthe von x in dem Steinkohlen-Mittel aus 49 Analysen sind durchgängig etwas gröfser, als in dem Steinkohlen-Mittel aus 67 Analysen; doch steigt die gröfste Differenz nur auf 0,74 Proc. Bei den Steinkohlen aus den *Marennen* steigt sie aber bis auf 3,5 Proc. Die Werthe von y sind in dem Steinkohlen-Mittel aus 49 Analysen bis 0,15 Proc. höher, als in den Steinkohlen aus den *Marennen.* Es zeigt sich also ganz entschieden eine zunehmende Ausscheidung von Sauerstoff und Wasserstoff mit zunehmendem Alter der Steinkohlen. Noch gröfser ist diese zunehmende Ausscheidung bei der Umwandlung in Anthracit.

Bei der Umwandlung des Holzes in vollkommenen Lignit können gleichfalls die drei Fälle als möglich gedacht werden. Bleiben wir blofs beim Fall III stehen, der unzweifelhaft der wahrscheinlichste ist: so zeigt sich nur ein Verlust von 36 Proc. Beim fossilen Holz sinkt dieser Verlust auf 16 Proc. herab, und die Werthe von x und y betragen

nur ungefähr $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{2}$ von denen in den Steinkohlen. Dieser Verlust und diese Werthe nähern sich aber auch dem, was wir bei der Umwandlung des Holzes in vermodertes Holz und in Humus gefunden haben. Daher ist im fossilen Holz die Umwandlung nur wenig weiter fortgeschritten, als in diesen Substanzen. Ist das fossile Holz, wie so häufig, in Folge des starken Druckes der darauf lastenden Schichten zusammengedrückt: so wird es begreiflich, wie es ungeachtet dieses Verlustes, doch eine gröfsere Dichtigkeit als das unveränderte Holz haben kann.

Der Werth von x ist beim Lignit im Falle III nur um 1,54 und der von y nur um 0,38 Proc. geringer, als diese Werthe aus dem Steinkohlen-Mittel. Ist der Procefs bei der Umwandlung der Holzsubstanz in Lignit im Allgemeinen derselbe, wie bei ihrer Umwandlung in Steinkohle: so ergiebt sich, dafs während der ersten Phasen dieses Processes der Sauerstoff und Wasserstoff in viel gröfseren Verhältnissen, als in den letzteren verloren gehen. Diefs stimmt auch damit überein, dafs die Werthe von x und y in den Steinkohlen aus den jüngeren Formationen nur sehr wenig kleiner, als in denen aus den älteren sind. Während der gewifs Millionen langen Periode, welche seit der Bildung der Steinkohlen der alten Formation bis zu der der Steinkohlen im Lias verflossen ist, haben daher jene einen nur äusserst geringen Verlust erlitten. Die Vermuthung, dafs in den letzteren Perioden der Umwandlung die Entwicklung des Kohlenwasserstoffgases die vorwaltende ist, gewinnt sehr an Wahrscheinlichkeit, besonders da in der Steinkohlen-Formation in *Lippe-Schaumburg* diese Entwicklung viel bedeutender, als aus den alten Steinkohlen-Formationen (S. 1777) ist und in den Braunkohlen nicht stattzufinden scheint (S. 1778).

Schrötter behandelte die Braunhohle von *Oberhart* (XXVII) so lange mit Aether, als noch etwas extrahirt wurde. Die rückständige Kohle hatte sehr nahe die Zusammensetzung des Holzes *). Hieraus folgt, dafs das Holz, aus dem sich

*) Aus dieser Aehnlichkeit erklärt sich die bedeutende Menge Essigsäure, welche diese Braunkohle bei der trocknen Destillation gab. Das Holz dieser Braunkohle erkannte man als ein Nadelholz.

diese Braunkohle gebildet hatte, nicht in seiner ganzen Substanz, sondern nur theilweise umgewandelt worden war. Es würde sehr interessant sein, wenn durch Untersuchung anderer Braunkohlen auf dieselbe Weise ermittelt würde, ob dieses Verhalten ein allgemeines ist. Die bisherigen Untersuchungen haben übrigens dargethan, dafs in den Braunkohlen mannichfaltige Verbindungen des Kohlenstoffs neben einander bestehen.

Der Torf von *Princeton* giebt für x und y gröfsere Werthe und einen gröfseren Verlust an Bestandtheilen, als das fossile Holz. In jenem ist daher die Zersetzung weiter fortgeschritten, als in diesem. Die Werthe von x und y und der Verlust an Bestandtheilen, welche die Torfkohle giebt, nähern sich sehr denen, welche die Steinkohlen, besonders die aus den *Marennen* geben. Man kann daher voraussetzen, dafs diese Torfkohle ganz in der Umwandlung in Steinkohle begriffen war. Da nun der Torf eine viel jüngere Bildung als die Braunkohle ist: so spricht diefs für die ohnehin wahrscheinliche Ansicht, dafs sich feine Pflanzentheile, aus welchen sich der Torf gebildet hat, viel schneller, als dicke Baumstämme in Steinkohle umwandeln. Ja, es ist nicht unwahrscheinlich, dafs sich solche Baumstämme nie völlig in Steinkohle umwandeln können.

Es zeigt sich und es ist auch ganz begreiflich, dafs in den an Wasserstoff reichen fossilen harzigen Substanzen, nämlich in dem in Erdharz übergehenden Lignit, im Bernstein, Retinit und Asphalt u. s. w., wenn wir blofs den Fall III in Betrachtung ziehen, der Verlust an Bestandtheilen sehr bedeutend sein mufs. Bei den drei letzteren ist er selbst noch gröfser, als bei den Steinkohlen. Bei diesen harzigen Substanzen nehmen die Werthe von x sehr zu und die von y sehr ab, und diesem entsprechend hatte sich bei ihrer Bildung viel Kohlensäure und wenig Wasser entwickelt, während bei der Umwandlung des Holzes in Steinkohle das Umgekehrte statt fand. Man sieht hieraus, wie aus derselben Holzsubstanz die verschiedenartigsten Producte entstehen konnten, wenn nur die Umwandlungen verschiedenartige Richtungen nahmen.

Der Bernstein nimmt wegen seiner grofsen Verbreitung

unsere Aufmerksamkeit zunächst in Anspruch. Er findet sich, meist mit Braunkohlen-Trümmern gemengt, in allen Ländern, welche die *Ostsee* umgeben, jedoch seltener in den nördlichen, häufiger in den südlichen, und nicht blofs an den Küsten, wo er von den Stürmen vom Grunde des Meeres losgerissen und ausgeworfen wird, sondern auch landeinwärts. In *Ost-* und *Westpreufsen* ist, nach Bock, nicht leicht ein Dorf, auf dessen Feldern nicht schon Bernstein gefunden worden wäre. Aber auch in *Lithauen, Polen, Schlesien,* in der *Mark Brandenburg* und der *Lausitz*, in *Mecklenburg*, *Holstein* und *Sachsen* hat man ihn vielfältig entdeckt. Er findet sich in allen Schichten des jüngeren Diluvium und des Alluvium bis zu 200 und 300 Fufs (in *Pommern*) über und bis zu 140 Fufs unter dem Meeresspiegel. Verfolgt man die Puncte, in welchen er erbeutet wurde, so sieht man, dafs sie strahlenförmig nach Einem Puncte, den Berendt in 55° n. Breite und 37 bis 38 Länge des *Ostsee*-Beckens setzt, convergiren. Auch in der Gegend von *Gmünden*, *Ischl*, und *St. Pölten* in *Oesterreich*, in *Frankreich*, in der *Schweiz*, in *Spanien*, in *Ober-Italien* und *Sicilien*, auf *Libanon*, an den Ufern des *Kaspischen* Meer, in *Sibirien*, *Kamtschatka*, in *Grönland*, *Indien*, *China*, *Madagaskar* und *Nordamerika* hat man ihn gefunden *).

Obgleich die Möglichkeit der Umwandlung der Holzsubstanz in Bernstein unzweifelhaft ist: so zeigen doch die in ihm eingeschlossenen Insekten und Pflanzen, von denen oft selbst die zartesten Theile vollständig erhalten sind, dafs solcher Bernstein aus den Stämmen und Aesten von Bäumen ebenso ausgeflossen sein müsse, wie die Harze jetzt noch aus Bäumen ausfliefsen. Auch das Vorkommen des Bernsteins zwischen den Jahresringen von gebräuntem und verkohltem Holze, so wie die Eindrücke von Holzfasern in Platten desselben sprechen für eine solche Entstehung. Auf der andern Seite lassen der in Pechkohle eingesprengte und mit Lagern von bituminösen Holze wechselnde Bernstein, so wie die Braunkohlen-Trümmer und die bituminöse Erde, welche sich

*) Es ist jedoch zweifelhaft, ob die Angaben der Reisenden stets den Bernstein oder auch andere fossile Harze betreffen.

mit dem Bernstein in seinen Lagern findet, auf eine Bildung aus der Holzsubstanz um so mehr schliefsen, da die Holzstücke gewöhnlich nicht dem Bernsteinbaume angehören, und gröfsere Stücke oder ganze Stämme nie mit dem Bernstein vorkommen *). Wäre er blofs ein Educt, so müfste der Bernsteinbaum eine eben so grofse Verbreitung in den verschiedensten Klimaten gehabt haben, wie der Bernstein selbst. Sollte vielleicht, weil das gröfste bekannte Bernstein-Lager in dem *Ostsee*-Becken vorkommt, die fortschreitende Zersetzung der Braunkohlen in einem salzarmen Meerwasser einer Umwandlung der vegetabilischen Reste in Bernstein besonders günstig sein?

Dafs sich fossile Harze durch Zersetzung solcher Reste bilden können, zeigt entschieden der dem Bernsteine so ähnliche Retinit und Asphalt. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dafs der Bernstein theils ein Educt, theils ein Product ist. Seine ungleiche Färbung, seine geringere oder gröfsere Durchsichtigkeit und Verwitterbarkeit deuten darauf hin. Bemerkenswerth ist, dafs der erst jüngst vom Meere ausgeworfene Bernstein kaum eine Verwitterungs-Kruste wahrnehmen läfst, während der gegrabene mit einer 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linie dicken Kruste umgeben, und selbst die ganze Masse in eine bröckelige Substanz umgewandelt ist.

Der Retinit kommt viel weniger häufig in Braunkohlen vor, als der Bernstein. Er bildet länglich-runde, erbsen- bis kopfgrofse Stücke, welche von einer unebenen, schmutziggrauen Rinde umgeben sind. Er läfst nach dem Verbrennen wenig Asche zurück. Alkohol und Aether ziehen aus ihm Harze aus, die sich sehr ähnlich sind. Aehnlich der Zusammensetzung des Retinit ist die des Hartin aus den Braun-

*) Unger a. a. O. S. 151 ff. Schrötter (a. a. O.) hält das in Aether lösliche Harz des Bernsteins für das restituirte ursprüngliche Pflanzenharz, aus welchem erst der Bernstein entstanden ist, und es ist ihm nicht unwahrscheinlich, dafs die Veränderung, welche dieses Harz erlitt, nur darin bestand, dafs ein Theil desselben in Bernstein-Bitumen umgewandelt wurde. In seiner Zusammenseztung stimmt es mit dem Mastix und Elemiharz überein.

kohlen von *Oberhart*, nach Schrötter. An den Retinit reihen sich auch die von Johnston *) und Henry **) untersuchten Erdharze.

Folgende Arten von Bitumen wurden von Ebelmen analysirt.

	Kohlen-stoff.	Wasser-stoff.	Sauer-stoff.	Stick-stoff.	Asche
I. *Bastennes*	85,74	9,58	2,88	1,80	8,45
II. *Pontnavey*	67,43	7,22	23,98	1,37	15,83
III. *Pont du Chateau*	77,52	9,58	10,53	2,37	1,80
IV. Gegend von *Neapel*	81,83	8,28	8,83	1,06	5,13

Wie sehr verschieden das Bitumen zusammengesetzt ist, zeigen diese Analysen. I kommt der Zusammensetzung der Steinkohlen mit dem geringsten Sauerstoffgehalt sehr nahe; sein Wasserstoff übertrifft aber das Maximum desselben in den Steinkohlen noch um 2,4 Proc. II hat eine grofse Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung der Braunkohlen von grofsem Wasserstoffgehalt. III kommt der Zusammensetzung des Bernsteins und IV der des Asphalt sehr nahe. So verschieden daher die Zersetzungs-Processe der vegetabilischen Substanzen in ihren Eigenschaften sind, so wenig verschieden können sie gleichwohl in ihrer Zusammensetzung sein. Die nahe Uebereinstimmung zwischen dem Bernstein und dem Bitumen III bietet einen Wahrscheinlichkeits-Grund mehr, sich jenen als ein Zersetzungsproduct zu denken.

Der Asphalt, welcher zu den nicht seltenen organischen Ueberresten gehört, kommt in jüngeren sedimentären Formationen, zuweilen in grofsen Lagern vor. Auf der Insel *Trinidad* findet sich, nach Webster ***), ein, von einer

*) L. and Edinb. phil. Mag. 1838. Mars and July.

**) Journ. de Chim. méd. 1825.

***) Edinb. n. Phil. Journ. T. XVIII. P. 331.

äufserst üppigen Vegetation von farrenkrautähnlichen Pflanzen umgebenes Lager von einer engl. Meile Länge *).

Wie sich bei der Zerzetzung vegetabilischer Substanzen Kohlenwasserstoffgas bildet, so entstehen auch liquide und feste Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Naphta und Petroleum oder Steinöl, Bergtheer, elastisches Erdpech (Elaterit), Bergtalg, Ozokerit u. s. w. sind solche Zersetzungs-Producte.

Das Steinöl, welches an sehr vielen Orten, am häufig-

*) Seit langer Zeit ist unter den Autoren die Meinung herrschend, dafs das *Todte* Meer bedeutende Quantitäten Asphalt liefere. Die Untersuchungen von Robinson und Smith (Reports of the association of american geologists etc. Boston 1843. P. 371) machen es aber wahrscheinlich, dafs, was auch in früheren Zeiten der Fall gewesen sein mag, in der Jetztzeit der Asphalt nur selten in grofser Menge dort gefunden wird; obgleich kleine Fragmente am Ufer gelegentlich abgeschlagen werden. Smith's vollkommene Kenntnifs der arabischen Sprache gab ihm Gelegenheit, von den dortigen Bewohnern Erkundigungen einzuziehen. Die Araber theilten ihm mit, dafs nur nach Erdbeben bedeutende Massen Bitumen im Wasser schwimmend angetroffen werden. Nach dem Erdbeben von 1834 trieb eine grofse Menge gegen die Küste, nahe dem südlichen Ende des Meeres, wovon die Araber ungefähr 6000 Pfd. sammelten. Eine Masse, gleich einer Insel oder einem Hause, stieg nach dem Erdbeben von 1837 an die Oberfläche, wovon die Einwohner bis zum Betrage von 3000 Dollars verkauften. Diefs sind die einzigen, dem in der Nachbarschaft wohnenden Sheikh von *Jehalin*, einem 50 Jahre alten Manne, bekannten Fälle. Auch von Seiten seines Vaters ist ihm kein anderer Fund solcher Art bekannt geworden. Unter den Arabern herrscht zwar die Tradition, dafs der Asphalt aus Felsen an der östlichen Küste des *Todten* Meer ausschwitze; es sind aber gute Gründe vorhanden, an einem solchen Vorkommen zu zweifeln.

Wenn der Asphalt im *Todten* Meer nach Erdbeben auf die Oberfläche kommt, so mufs man vermuthen, dafs er auf seinem Boden abgelagert ist, und dafs er durch Erschütterungen desselben losgerissen wird. Sein spec. Gewicht fällt zwischen 1,07 und 1,16, das des Wassers des *Todten* Meer ist aber 1,19; es ist daher begreiflich, dafs er auf die Oberfläche kommen mufs.

sten in *Asien*, namentlich am nordwestlichen Ufer des *Kaspischen* Meer bei *Baku* vorkommt, findet sich an letzterer Stelle in einem Thonmergel. Es sammelt sich daselbst in Brunnen, welche 30 Fufs tief gegraben werden. Im Lande der *Birmanen* sind in einem kleinen District bei *Rainanghong* mehr als 500 solcher Brunnen. Das Erdreich besteht aus einem sandigen Thon, unter welchem ein mächtiges Lager von, mit Steinöl getränktem Schieferthon und unter demselben Steinkohlen liegen. Bei *Coalbrookdale* in *England* entspringt Steinöl aus einem Steinkohlen-Flötz. An verschiedenen anderen Stellen, wie zu *Amiano* im Herzogthum *Parma*, bei *Modena* und *Piacenza*, in der Nähe des *Tegernsee* in *Baiern* u. s. w. kommt es gleichfalls vor. Der Kalkspath in den Drusenräumen der Alaunschiefer-Lager enthält öfters ein der Naphta ähnliches Oel, welches sich beim Reiben oder Pulvern durch den Geruch zu erkennen giebt. Es scheint ein Product der vegetabilischen Ueberreste zu sein, woraus die brennbare Substanz des Alaunschiefers entstanden ist.

Da das Petroleum Paraffin, ein Product der trocknen Destillation von Pflanzensubstanzen, enthält: so schlofs man, dafs es gleichfalls ein Destillations-Product aus Steinkohlen sei. Nach den bisherigen Beobachtungen über die Temperatur-Zunahme nach dem Innern würden Steinkohlen-Lager, welche in einer Tiefe von ungefähr 8000 Fufs liegen, der Siedhitze des Wassers ausgesetzt sein. Es wäre daher zu denken, dafs aus solchen Steinkohlen-Lagern Petroleum destilliren und in den höheren Puncten sich condensiren könnte. In diesem Falle müfste aber das Petroleum da, wo es in so bedeutenden Mengen vorkommt, wie in *Asien*, und ebenso auch das von ihm durchdrungene Erdreich sich längst schon bis nahe zur Siedhitze erwärmt haben. Nach Abich's Beobachtungen (S. 1748) ist diefs jedoch keineswegs der Fall.

Der Bergtheer findet sich in *Persien*, in *Frankreich* und an mehreren anderen Stellen. Der von *Bechelbronn* im *Elsafs* kommt in einem Sandlager vor. Das elastische Erdpech ist ein seltenes Zersetzungsproduct vegetabilischer Substanzen. Bei *Montrelais* in *Frankreich* und bei *South-Bury* in *Massachusets* findet es sich in der Steinkohlen-Formation. Auch der Bergtalg (Hatchetin, Scheererit) kommt sehr selten

vor. Bei *Merthyr-Tydwill* in *England* füllt er kleine, von Kalkspath umgebene Gänge in dem dortigen zur Steinkohlen-Formation gehörenden Eisenerz aus. Bei *Loch-Fyne* in *Schottland* schwimmt er in einem Torfsumpf auf Wasser. Bei *St. Gallen* in der *Schweiz* durchtränkt er zum Theil Braunkohlen und fossiles Holz. Im Uebergangskalkstein der Gegend von *Beaulieu* in *Frankreich* kommt er in Drusen im Kalkspath vor. Zu *Idria* findet er sich in dem Quecksilber-Lebererz. Auch der Ozokerit von *Slanik* in der *Moldau*, welcher hier in mächtigen Massen vorkommt, ist eine Art von Bergtalg.

Gleichfalls zu den Kohlenwasserstoff-Verbindungen gehört der Fichtelit an Stämmen von Föhrenholz in einem Torflager bei *Redwitz*, der Hartit an Stämmen aus den Braunkohlen von *Oberhart*, der Könlit von *Utznach* und das Tekoretin in den Fichtenstämmen aus den Sümpfen von *Holtegaard*.

Wo sich solche Kohlenwasserstoff-Verbindungen in Stein- und hauptsächlich in Braunkohlen finden, da kann die Umwandlung der vegetabilischen Substanzen nach dem Fall I (S. 1779) gedacht werden. Sind sie, wie das Petroleum, der Bergtheer von *Bechelbronn*, das elastische Erdpech, das Idrialin, der Hartit, das Tekoretin, der Fichtelit, der Könlit reicher an Kohlenstoff, als das Kohlenwasserstoffgas: so wird durch ihre Bildung der Holzsubstanz bei weitem mehr Kohlenstoff entzogen, als wenn sich Kohlenwasserstoffgas bildet. Sind sie, wie der Scheererit, ebenso zusammengesetzt wie das Kohlenwasserstoffgas: so kann die Umwandlung nach dem Fall I gedacht werden; nur dafs der Kohlenwasserstoff nicht als Gas entweicht, sondern sich in fester Form abscheidet.

Wie die vorhergehenden Substanzen, mit Ausnahme des Scheererit, vom Kohlenwasserstoffgas verschiedene Kohlenwasserstoff-Verbindungen sind, die sich während der Zersetzung der vegetabilischen Ueberreste ausscheiden, so ist die Honigsteinsäure ein in ihrer Zusammensetzung von der Kohlensäure verschiedenes Zersetzungsproduct. Dafs sich indefs dieses Kohlenoxyd weit seltener, als jene Kohlenwasserstoff-Verbindungen bildet, und dafs daher ganz eigenthümliche Bedingungen zu seiner Bildung erforderlich sind, zeigt

sein überaus seltenes Vorkommen; denn man findet es nur in den Braunkohlen zu *Artern* in *Thüringen*, zu *Luschitz* in *Böhmen*, und in der Kohle des Quadersandsteins zu *Walchow* in *Mähren* im Mellit. Dasselbe gilt von der Oxalsäure im Oxalit, welcher sich an einigen Orten in den Braunkohlen findet.

Die vorstehenden Untersuchungen führen zu einer wahrscheinlichen Ansicht über die Entstehung mancher Kohlensäure-Exhalationen. Wenn nach dem Fall III die Umwandlung der Holzsubstanz in Steinkohlen erfolgt: so entwickelt sich reine Kohlensäure ohne Kohlenwasserstoffgas. Die Kohlensäure-Exhalationen aus den jüngeren sedimentären Formationen (Bd. I. S. 295) lassen sich auf diese Weise erklären, weil die Wahrscheinlichkeit vorliegt, dafs unter denselben das Steinkohlengebirge verborgen ist. So geringe Mengen Kohlenwasserstoffgas, als sich bei der Umwandlung in Anthracit entwickeln würden, entgehen der Analyse der Kohlensäure-Exhalationen, wenn nicht die Aufmerksamkeit besonders darauf gerichtet wird. Uebrigens haben wir gesehen (S. 1749), dafs solche Minima in neuester Zeit in mehreren Exhalationen aus Quellen wirklich gefunden worden sind.

Braunkohlen in der Form des bituminösen Holzes, welche bei *Pützchen*, *Bonn* gegenüber, auf der rechten *Rheinseite* vorkommen, absorbiren Sauerstoffgas ohne Entwicklung von Kohlensäuregas. Als ich Stücke dieses bituminösen Holzes in der Grube in eine verkorkte Flasche einschlofs, zeigte sich nach acht Tagen eine Absorption von 11 Procent Sauerstoffgas. Ob das bituminöse Holz wie gewöhnliche Holzkohle wirkt, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Letztere absorbirt bekanntlich unaufhörlich fort Sauerstoffgas, und bildet Kohlensäuregas, welches sie absorbirt behält. Sollte vielleicht der vom bituminösen Holze absorbirte Sauerstoff mit dessen Wasserstoff Wasser bilden? — Diese Absorption erklärt die in Braunkohlen-Gruben nicht selten vorkommende verdorbene Luft, in welcher die Lampen schlecht brennen *).

*) R. F. Marchand (Journ. für pract. Chemie Bd. XLIX. S. 467) untersuchte die Zusammensetzung der Luft in den Braunkohlen-

Dieses bituminöse Holz wandelt sich an der Luft in kurzer Zeit in die schönste Pechkohle mit vollkommen muschelichem Bruche und ihrem eigenthümlichen Fettglanze um *). Eine so schnell unter unsern Augen erfolgende

Gruben zu *Zscherben* bei *Halle*. Er fand am Eingange des Stollens in der Luft 20,919 Proc. und 300 Schritte davon entfernt im Stollen 20,521 Proc. Sauerstoff. Von da an verminderte es sich fortwährend und an einer Stelle, wo die Lampen erloschen, zeigten sich nur noch 15,23 Proc. Sauerstoffgas. Kohlenoxydgas oder Kohlenwasserstoffgas konnten nicht aufgefunden werden. Nach **Marchand** sollen es die in der Braunkohle enthaltenen Eisenkiese sein, welche die Sauerstoff-Absorption bedingen.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, daſs die Eisenkiese Antheil an dieser Absorption haben; nach meinen Versuchen ist aber zu vermuthen, daſs die Braunkohlen selbst am meisten Sauerstoffgas absorbiren. Daſs dieses Gas nicht, oder doch nur in ganz unbedeutenden Verhältnissen, den Kohlenstoff oxydirt und Kohlensäure entwickelt wird, ergiebt sich daraus, daſs diese in den untersuchten Luftproben nur bis zu 0,22 Proc. stieg, und dieſs entspricht auch meinen Versuchen. Ob in den Gruben zu *Zscherben* eine Umwandlung in Pechkohle oder etwas diesem Aehnliliches sich zeigt, ist mir nicht bekannt.

*) Diese Umwandlung ist wesentlich durch das Austrocknen bedingt; denn bringt man das bituminöse Holz zugleich mit Schwefelsäure unter die Luftpumpe: so wandelt es sich viel schneller als in der Luft in Pechkohle um. Die in der verkorkten Flasche eingeschlossenen Stücke hatten sich, da sie darin nicht austrocknen konnten, nicht im mindesten verändert. Geht die Umwandlung in trockner Luft von Statten, so scheint sie durch das Austrocknen und durch die Sauerstoff-Absorption zugleich zu erfolgen; denn einige Stücke, welche in einem geheizten Zimmer eilf Tage lagen, wandelten sich viel vollständiger in Pechkohle um, als die unter der Luftpumpe gelegenen. Da das bituminöse Holz unter einem Thonlager liegt, welches den Zutritt der Luft verhindert: so kann es hier nicht austrocknen und nicht in Pechkohle umgewandelt werden, sondern erst, wenn es zu Tage kommt. Die in manchen Braunkohlen-Lagern, wie z. B. am *Meiſsner* in *Hessen*, vorkommenden schon völlig ausgebildeten Pechkohlen mögen daher Umständen ausgesetzt gewesen sein, welche ihr Austrocknen möglich gemacht haben.

Nicht die ganze Menge der Braunkohlen, welche auf jener Grube gewonnen werden, erleiden die gedachte Veränderung,

Formveränderung vegetabilischer Ueberreste, und ein so völliges Verschwinden der Holztextur ist, da die chemischen Veränderungen der Holzfaser so äufserst langsam erfolgen, eine sehr merkwürdige Erscheinung. Sie verdient, da sie Aufklärung mancher bis jetzt noch dunkeler Verhältnisse bei der Braunkohlen- und Steinkohlen-Bildung verspricht, weitere Untersuchungen.

Die Frage ist aufzuwerfen, ob eine völlige Zerstörung der vegetabilischen Materie, d. i. ihre vollständige Zersetzung in binäre Verbindungen ihrer Elemente möglich ist? Die erste Veränderung, welche die dem Wasser ausgesetzten vegetabilischen Substanzen erleiden, besteht in dem Verluste ihrer löslichen Bestandtheile. Die unter Wasser befindlichen Substanzen verlieren dieselben am schnellsten. Was vom Wasser ausgezogen wird, befindet sich unter den günstigsten Umständen zur Zersetzung, besonders wenn es stickstoffhaltige Substanzen theils aufgelöst, theils suspendirt enthält, wie die geistige, saure und faule Gährung zeigt.

Der Rückstand nach der Extraction der löslichen Bestandtheile der Pflanzensubstanzen, die Holzfaser, kommt bei der Bildung der Stein- und Braunkohlen vorzugsweise in Betracht. Wenn selbst aller Sauerstoff in Verbindung mit Kohlenstoff entweicht: so bleibt von diesem in der Holzfaser doch immer noch eine beträchtliche Menge zurück. Dieser rückständige Kohlenstoff könnte, möglicher Weise, nur durch freien Sauerstoff oxydirt werden, der jedoch, wenn die Steinkohlen unter dem Meere liegen, oder, nach der Erhebung über dasselbe, zwischen dichten Schichten eingeschlossen sind, nur einen sehr beschränkten Zutritt haben kann. Die Erfahrung lehrt aber, dafs die Kohle, mag sie durch gewöhnliche Verkohlung des Holzes oder auf nassem Wege entstanden sein, zu den unzerstörbarsten Substanzen gehört.

sondern nur ungefähr der dritte Theil. An anderen Stellen der dortigen Lagerstätte ist sie früher niemals beobachtet worden. Das bituminöse Holz, welches an der Luft zu Pechkohle wird, unterscheidet sich im noch feuchten Zustande nicht von jedem anderen bituminösen Holze, welches dieser Umwandlung nicht unterworfen ist.

Vor ungefähr neunzig Jahren fand man zugespitzte Pfähle in der *Themse* an demselben Orte, wo, nach Tacitus, die Britten eine grofse Anzahl solcher Pfähle eingerammelt hatten, um Julius Caesar's Uebergang mit seiner Armee zu verhindern *). Sie waren alle bis zu einer beträchtlichen Tiefe verkohlt, hatten ihre Gestalt völlig erhalten und waren in ihrem Innern so fest, dafs Messerschalen aus ihnen verfertigt werden konnten.

Da eine chemische Analyse dieser Pfähle nicht vorliegt: so ist nicht zu entscheiden, ob dieselben blofs verkohlt, oder vielleicht mehr oder weniger versteinert waren. Könnten die unter Wasser oder zwischen Gesteinschichten befindlichen Pflanzenreste völlig zerstört werden: so würden wir keine Steinkohlen, deren Alter nicht nach Tausenden, sondern nach Millionen Jahren zu rechnen ist, finden.

Nichts desto weniger sehen wir aber, wie unter gewissen Umständen die Holzfaser vollständig oder wenigstens bis auf ganz unbedeutende Reste verschwinden kann. Diefs zeigen die Versteinerungen, welche nichts anderes als Verdrängungen organischer Materie durch unorganische Substanzen sind **).

*) Chemisches Wörterb. von Klaproth u. Wolff. Bd. III. S. 269.

**) Im versteinerten Holze finden wir kaum noch Spuren von der ehemaligen Holzsubstanz; die Analysen der Holzopale zeigen diefs. In dem versteinerten Holze vom *Lough Neagh* (S. 1547), welches noch vollkommene Holzstructur zeigt, fand ich weniger organische Substanzen, als gewöhnlich in sedimentären und selbst in krystallinischen Gesteinen enthalten sind. Solche versteinerte Hölzer erscheinen als Pseudomorphosen, in denen mit Beibehaltung der äufseren Form und der innern Structur die Holzsubstanz durch das Versteinerungsmittel verdrängt worden ist. Mit den Steinkohlen verhält es sich anders: hier sind die ursprünglichen unorganischen Bestandtheile der Pflanzensubstanz verdrängt worden und andere an ihre Stelle getreten. Zeigen sich in ihnen noch Pflanzenzellen oder Holzstructur: so erscheinen auch sie gewissermfsen als Pseudomorphosen, in denen die unorganischen Bestandtheile verdrängt worden sind, und die Pflanzensubstanz im veränderten Zustande zurückgeblieben ist. Entsprechen, wie in den von Kremers und Taylor angeführten Fällen, die unorganischen Bestand-

Sehen wir, wie selbst die unlöslichsten unorganischen Substanzen, z. B. schwefelsaurer Baryt, durch andere unorganische Stoffe verdrängt werden können: so müssen wir es für möglich halten, dafs auch die eben so unlösliche Holzfaser oder die durch Zersetzung aus ihr hervorgegangene Kohle verdrängt werden könne. Später werden wir indefs mehrere Gründe beibringen, wonach die Holzfaser aus versteinerten Hölzern nicht durch eine einfache Verdrängung, sondern durch einen Zersetzungsprocefs entfernt worden sein dürfte.

Wie jetzt noch die grofsen *americanischen* Ströme, welche durch weite Strecken uncultivirten Landes fliefsen, bedeutende Massen Treibholz mit sich führen, so haben es alle Ströme damals, wo die Wälder bis an die Ufer reichten, dem Meere zugeführt. Ganz anders haben sich die Verhältnisse durch die Cultur des Landes gestaltet. Die Ufer der Ströme wurden Acker- und Wiesenland, die Wälder zurückgedrängt. Daher verschwindet die Menge des Treibholzes, welche die durch cultivirte Länder fliefsenden Ströme jetzt noch mit sich führen, gegen die, welche sie in vorhistorischen Zeiten mit sich geführt haben. Nicht blofs die durch Wasserfluthen entwurzelten Bäume und Gesträuche, sondern auch die vermoderten, in feine Theile zertheilten Pflanzensubstanzen gelangten in die Ströme und wurden in das Meer geführt. Jeder kleine Bach, alle zur Regenzeit und nach dem Schmelzen des Schnee's den Strömen zufliefsenden Gewässer beluden sich damit. Damals, wo der gröfste Theil des Bo-

theile der Kohlenlager denen, der mit ihnen alternirenden Schieferthon-Lagern: so kann von einer eigentlichen Verdrängung jener durch diese nicht die Rede sein; denn da der Schieferthon ein mechanischer Absatz ist: so müssen auch die zur Steinkohlensubstanz getretenen unorganischen Stoffe ein solcher sein. Schwebende Substanzen in Gewässern können nicht in eine feste Holzsubstanz dringen; dieselbe mufs daher durch Fäulnifs so erweicht worden sein, dafs sich mit ihr jene schwebenden Bestandtheile innig mengen konnten. Wie sich unter diesen Umständen noch Pflanzenzellen oder Holzstructur unter dem Mikroskope zeigen können, ist freilich schwierig einzusehen.

dens mit einer Pflanzendecke überzogen war, führten diese Gewässer fast nur vermoderte Pflanzensubstanzen fort, während sie sich jetzt mit bei weitem mehr unorganischen Bestandtheilen des bebauten Ackerbodens, als mit organischen Ueberresten, deren Menge, da die Pflanzen geerndtet werden, nur gering ist, beladen. Bei der Analyse der schwebenden Theile oder des Absatzes der Flüsse findet man sie aber, und in den schwebenden Theilen der *Weichsel* steigen sie (inclus. des Wassers) bis auf 23,2 Proc. (S. 1591), was den S. 1517 angeführten Grund haben mag.

Von demselben Gesichtspuncte ausgehend betrachtet Leop. von Buch *) die Braunkohlen-Formation als eine Bildung durch Bäche und Ströme, durch welche Blätter und Bäume der Wälder auf der Höhe in Becken und Meerbusen der Binnen-Meere geführt, und im Schlamme derselben versenkt wurden.

In den Alpenseen müssen jetzt noch aus den, ihnen durch die, von bewaldeten Höhen herabkommenden Bäche zugeführten vermoderten Holztheilchen und Baumstämme Braunkohlen-Bildungen statt finden. Seit Jahrtausenden bedecken undurchdringliche Wälder die schroffen, von Felsenvorsprüngen und Abgründen so umgebenen Abhänge des *Pilatusberg*, dafs die Thalbewohner nie eine Axt dahin brachten, und die Waldung, sich selbst überlassen, nutzlos emporwuchs **). Welche bedeutende Massen vermoderter Holzerde müssen dort jährlich von den Gewässern in den *Vier-Waldstätter* See geführt und darin abgesetzt werden!

Baumstämme schwimmen im Wasser, wenn sie aber mit ihren, oft mit Erde und Steinen beladenen Wurzeln versehen sind: so sinken sie, namentlich wenn sie mit Wasser durchdrungen sind, unter. Die Baumstämme, wie das Treibholz des *Mackenzie*-Flusses in *Stave-Lake* zeigt ***), faulen nach und nach, bis sie in eine schwärzlichbraune, dem Torfe ähnliche Substanz umgewandelt sind, und Lager derselben

*) Lagerung der Braunkohlen in Europa. Berlin 1851.

**) Gilbert's Annal. Bd. LXII. S. 102.

***) Dr. Richardson in Lyell's Principles P. 716.

wechseln oft mit Thon- und Sandlagern. Das Ganze ist von den langen faserigen Wurzeln der Weiden durchdrungen, welche auf diesen Stämmen wachsen, sobald sie über das Wasser kommen. Absätze dieser Art würden, bemerkt Lyell, ein vortreffliches Bild eines Kohlenlagers mit Pflanzenabdrücken von Weidenwurzeln gewähren. Die Ufer des *Mackenzie*-Flusses stellen fast überall horizontale Lager von Holzkohle dar, welche mit bituminösem Thon, Gerölle, Sand und zerreiblichem Sandstein wechseln: es sind Profile von solchen Absätzen, wie sie sich auf dem Boden der Seen bilden, welche er durchfliefst. Es kann nicht fehlen, dafs diese Holzkohle, nach ihrer Umwandlung in jene schwärzlichbraune Substanz, während des hohen Wasserstandes abgerieben und in das Meer geführt wird. Eine sehr bedeutende Quantität von Treibholz findet sich an der Mündung des *Mackenzie*-Flusses in das Meer.

Wenn das Holz der Baumstämme durch Vermoderung oder auch durch mechanische Zertheilung zu feinen Partikelchen wird, sinkt es in ruhigem Wasser nieder. Diefs ist nicht nur bei dem schwereren Eichen-, Buchen und Kiefern-, sondern auch beim Weidenholz der Fall; nur noch nicht ganz vermoderte Holzfasern schwimmen auf dem Wasser. Vermodertes, schwammiges, manchmal ganz gebleichtes Buchenholz, in welches der Kern der Stämme häufig umgewandelt ist, sinkt darin, wenn zu Pulver geschabt, bald, in gröfseren Stücken jedoch erst nach mehreren Tagen nieder. Eine dunkelbraune Holzerde, welche ich in einem Walde nach starkem Regen auf die Wege geschlämmt fand, und von vermodertem Heidekraut herrührte, sank gleichfalls im Wasser nieder. Feilspähne von Eichen-, Tannen- und Pappelholz sinken nieder; Splitter schwimmen aber auf dem Wasser. Selbst fein zerriebene dürre Blätter sinken darin nieder. Auch im specifisch schwereren Meerwasser sinken die vermoderten oder mechanisch zertheilten Holzpartikelchen nieder. Es ist unzweifelhaft, dafs blofs die Luft im Holz durch Wasser verdrängt zu werden braucht, um es zum Niedersinken zu bringen.

Im bewegten Wasser der Flüsse können die vermoderten Pflanzentheilchen nicht, oder doch nur momentan zum

Absatze kommen; sie werden daher den Seen und Meeren zugeführt und sinken in ruhigem Wasser nieder. Ebenso verhalten sich die durch den Wellenschlag und durch die Fluth von den Küsten dem Meere zugeführten vermoderten Pflanzentheilchen.

Obgleich diese organischen Substanzen nur wenig specifisch schwerer, als das Wasser, dagegen die in Flufswasser schwebenden unorganischen Theilchen $2\frac{1}{2}$ bis 3 Mal so schwer als dieses sind; so sinken doch jene in ungleich kürzerer Zeit, als diese nieder. Trübes Rheinwasser klärte sich erst nach vier Monaten (S. 1577). Wenn daher gleichzeitig dem Meere vermoderte vegetabilische und fein zertheilte unorganische Substanzen zugeführt werden: so sinkt mit jenen sehr wenig von diesen nieder. Daher betragen die unorganischen Bestandtheile der Steinkohlen stets viel weniger, als die kohligen, wie die Analysen der Stein- und Braunkohlen zeigen (S. 1761 ff.).

Es ist leicht zu begreifen, dafs in vorhistorischen Zeiten die vermoderten Pflanzensubstanzen, der vegetabilische Detritus, welche den Strömen zugeführt wurden, bei weitem mehr betragen haben müssen, als die Bäume, die als solche in dieselben gelangten; denn nur die am Ufer der Ströme gewachsenen und auf steilen Abhängen losgerissenen Bäume kamen als solche in dieselben, nicht aber diejenigen, welche auf Hochebenen und auf wenig geneigten Abhängen abstarben. Erst nachdem diese vermodert waren, wurden sie von den Gewässern fortgeführt. Das Areal der Hochebenen und der wenig geneigten Abhänge ist aber, wenn die Ströme in engen Thälern fliefsen, bei weitem gröfser, als das der noch überflutheten Ufer, und das der steilen Abhänge. So wie die auf wenig geneigten Abhängen liegenden Felsblöcke erst dann den Strömen zugeführt werden, wenn sie durch Zersetzung in Erde zerfallen sind, so verhält sich's auch mit den dort abgestorbenen und durch ihre Wurzeln sogar noch am Boden befestigten Bäumen.

Niemand zweifelt, dafs die Gesteine der Continente und der Inseln das Material zu den sedimentären Bildungen im Meere geliefert haben und noch liefern. Grofse Massen von Gesteinen mufsten mechanisch und chemisch zersetzt worden sein,

damit dem Meere durch die Gewässer so viel zugeführt werden konnte, als zur Bildung der mächtigen Lager, welche mit den Kohlenflötzen wechseln, erforderlich war. Lange Perioden waren hierzu nöthig, und während derselben sind die Vegetationen immer wieder zerstört worden. War es vorzugsweise das Uebergangsgebirge, von welchen die Gesteinschichten der grofsen Steinkohlenformation abstammen: so müfsten sich auf demselben die reichen Ueberbleibsel der vielen zerstörten Vegetationen wieder finden, wenn sie nicht fortgeführt worden wären. Wir finden aber in der häufig wenig fruchtbaren Erde auf diesem Gebirge nur spärliche Ueberreste jener zerstörten Vegetationen.

Liegt es nicht sehr nahe, diese Ueberreste, welche wir zwischen den sedimentären Gesteinen der grofsen Steinkohlenformation, die auf die Bildung des Uebergangsgebirges folgte, in so grofsen Mengen finden, für das zu halten, was wir auf den Hochebenen und an den Abhängen der Gebirge vergebens suchen? —

Wenn die Reste des Pflanzenwachsthums einer langen Reihe von Jahren die Erde und die Gesteine bis zu solcher Höhe bedeckt hätten, dafs selbst die längsten Wurzeln der Bäume nicht mehr in dieselben hätten dringen können: so würde Mangel an den, den folgenden Vegetationen nöthigen unorganischen Bestandtheilen eingetreten sein. Die Regenwasser, welche aus der heutigen Dammerde diese Stoffe mit Leichtigkeit auflösen und den Pflanzen zuführen, hätten damals nur die spärlichen Mengen, welche die früheren untergegangenen Vegetationen zurückhielten, aufnehmen können. Es ist begreiflich, dafs es endlich an unorganischen Stoffen gänzlich gefehlt haben würde, und dafs die Vegetation zum völligen Stillstande hätte kommen müssen. Die Quellen und Flüsse würden dann die einzigen Vorrathskammern dieser Stoffe geblieben sein, und nur der Boden, auf welchen Quellen flossen oder der von Flüssen überfluthet wurde, hätte sie erhalten können. In den Thälern würde demnach noch fortwährend die Vegetation von Statten gegangen sein, und hier hätten sich immer wieder neue Pflanzenreste auf die früheren gehäuft, nicht aber auf den Hochebenen, denen die Wasserzuflüsse durch Quellen und Flüsse fehlten.

So war es aber nicht und so konnte es nicht sein; denn so wie noch jetzt den Thälern und den Flüssen fruchtbare Dammerde von den Gebirgen und ihren Abhängen zugeführt wird: so geschah es auch in der vorhistorischen Zeit. Damals mufste der fortgeführte vegetabilische Detritus im Verhältnisse zu den unorganischen Stoffen viel mehr betragen haben, als jetzt in cultivirten Ländern; denn alle Vegetabilien, welche jetzt geärndtet werden, alles Holz welches jetzt verbrannt wird, wurden damals durch Fäulnifs zersetzt. Damals gab es keine Felder mit entblöfster Erde, welche jetzt so viele unorganische Stoffe den Flüssen zuführen.

Nehmen wir das Wasser-Gebiet eines grofsen Flusses in der vorhistorischen Zeit *): so läfst sich leicht ermessen, welche Quantitäten vegetabilischer Ueberreste alljährlich dem Meere zugeführt wurden, und wie ein einjähriges Pflanzenwachsthum, wenn dessen Ueberreste etwa ein Areal des Meeresbodens, welches ein Tausendtel von dem des Flufsgebiets bedeckte, hinreichend war, zur Bildung mächtiger Kohlenflötze. Erwägen wir aber, dafs die Bäume der Wälder einen Zeitraum von Jahrhunderten bis zu ihrem vollendeten Wachsthum nöthig haben: so ist begreiflich, wie die so lange gehäuften jährlichen Erzeugnisse der Vegetation, nach ihrem Absterben, in kurzen Zeiten das Hundertfache eines jährlichen Pflanzenwachsthums an vegetabilischen Ueberresten liefern mufsten. Ein einziges regen- und schneereiches Jahr konnte dann einen grofsen Theil der so lange aufgehäuften Pflanzenüberreste dem Meere zuführen, und Material zur Bildung sehr mächtiger Kohlenflötze liefern **).

*) Wir vergessen übrigens nicht, dafs zur Zeit der Steinkohlen-Bildung die Continente einen viel kleineren Umfang als heut zu Tage hatten, und dafs daher die grofsen Wassergebiete der jetzigen Ströme nicht als Maafstab für die damaligen dienen können.

**) In der wunderbar schön erhaltenen Form der feinsten Blätter der Pflanzen fand man grofse Schwierigkeiten, in der Voraussetzung, dafs die Pflanzentheile von weither an die Orte gefluthet worden sein sollen, wo wir jetzt sie finden.

Es sind wohl zu unterscheiden die dichten Massen Steinkohle, in denen vegetabilische Ueberreste kaum oder gar nicht

War das Land befreit von seinen Pflanzenüberresten, kamen Erde und Gesteine wieder auf die Oberfläche: so begann eine neue Vegetation, anfangs spärlich, aber mit der Bildung von Dammerde immer reichlicher werdend; ein neuer Kreislauf trat ein. Während dieser Periode gelangten nur wenig Pflanzenüberreste in das Meer, aber desto mehr wurden von dem entblösten Boden unorganische Substanzen fortgeführt, welche das Material zu den sedimentären Bildungen lieferten, welche wir zwischen den Kohlenlagern finden.

Das schnelle Niedersinken der vermoderten Pflanzentheilchen und das langsame der unorganischen Stoffe aus dem Wasser zeigt, wie jene, sehr wenig gemengt mit diesen, in dem auch sehr damit beladenen Meere niedersinken. Es kann sogar eine Sonderung der im Wasser schwimmenden gröfseren Pflanzentheile von den suspendirten vermoderten, kleineren eintreten; denn diese sinken im ruhigen Wasser sogleich, jene erst nach längerer Zeit nieder.

Beweise für die rein sedimentäre Bildung der Steinkohlen auf dem Grunde der ehemaligen Meere, finden wir in ihrer mechanischen Structur, in ihren unorganischen Bestandtheilen und in der Beschaffenheit der Schichten in unmittel-

erkennbar sind, von denjenigen, in welchen sie unverletzt erscheinen. Erstere bildeten sich aus formlosem vegetabilischen Detritus, und eben defshalb ist es sehr wahrscheinlich, dafs die Pflanzen, woraus dieser entstanden war, durch die Ströme sehr weit hergeführt worden sind; die wohl erhaltenen Pflanzen waren dagegen an den Seeküsten oder auf niedrigen Inseln gewachsen. Wie kann man aber schliefsen, dafs die formlose Steinkohle, wenn sie auch in unmittelbarem Contact mit diesen fossilen Pflanzen vorkommt, aus dem Material entstanden ist, welches diese zusammensetzt? Kommen nicht überaus häufig wohl erhaltene Reste von Seethieren in Gesteinen vor, deren Material durch die Flüsse aus grofsen Entfernungen hergeführt worden ist? Die deutlichsten Pflanzenabdrücke finden wir gerade in den, die Steinkohlenflötze begleitenden Schieferthonen (S. 1613), wo sie, eingehüllt in feine Sedimente, ihre Form am leichtesten bewahren konnten. Gewifs sind es die ganz in der Nähe des Meeres gewachsenen Pflanzen, welche gleichzeitig mit den darin schwebenden unorganischen Theilen niedergesunken waren.

baren Contact mit den Steinkohlenflötzen. Hierüber verdanken wir trefflichen Geologen viele schätzenswerthe Beobachtungen. Besonders wichtig sind die von Henry Rogers*) mitgetheilten Untersuchungen der *Appalachian*-Kohlenformation in den *Vereinigten* Staaten, welche bei weitem die ausgedehnteste unter allen bis jetzt bekannten ist. Die Vergleichung der Kohlenflötze in anstossenden Bassins überzeugte ihn, dafs sie nur abgesonderte Theile einer einzigen zusammenhängenden Niederlage sein können. Die physikalische Structur der ganzen Formation bestätigt diese Ansicht vollkommen; denn sie ist durchaus auf derselben Unterlage gleichförmig aufgelagert. Nach einer mäfsigen Schätzung bedeckt diese grofse Steinkohlen-Niederlage eine Fläche von 63000 Quadratmeilen (englische?). Würde es zu begreifen sein, fragt Rogers, dafs irgend ein See, ein Meerbusen oder eine Strom-Mündung ein so ausgedehntes Sediment hätte aufnehmen, oder dafs irgend ein Flufs oder mehrere Flüsse ein solches Delta hätten bilden können?

Jedes Kohlenflötz dieser Formation besteht aus einem unzähligen Wechsel von sehr dünnen Lagen glänzender und unreiner Kohle, wovon letztere sehr fein zertheilte erdige Theile enthält. In mehreren der reineren Flötze sind die am wenigsten glänzenden Lagen aus kleinen Lamellen reiner faserigen Kohle zusammengesetzt, worin die eigenthümliche Textur von Blättern, und selbst die Rinde der Pflanzen, die einen Theil der vegetabilischen Substanzen geliefert haben, erkannt werden kann. Diese Zertheilung der Kohlenmasse verbreitet sich, im Vergleich mit ihrer geringen Dicke, über erstaunlich grofse Flächen, und man überzeugt sich, dafs eine etwa ¼ Zoll dicke glänzende Lage unmöglich von schwimmenden Baumstämmen oder Theilen baumartiger Pflanzen, mögen sie auch noch so sehr zusammengedrückt worden sein, herrühren könne. Wird ein grofser Block Steinkohle in feine Theile sorgfältigst zerschnitten: so zeigt sich sehr selten, wenn jemals, die geringste Spur einer Bildung aus den festeren Theilen der Bäume, wenn auch viele Fragmente von Laub u. s. w. vorhanden sind.

*) A. a. O.

Diese Beschreibung entspricht ganz der unzweifelhaften Vorstellung, dafs neben grofsen Massen vermoderter Pflanzentheile, welche durch ihre Umwandlung in Steinkohle ihre, kaum noch erkennbare, vegetabilische Textur verloren hatten, andere, welche dieselbe noch besafsen, sparsam zerstreut aus dem Meerwasser nieder gesunken sind. Dafs sich die feinen erdigen Theile nicht ohne Ausnahme schwebend erhalten haben, zeigen die dünnen Lagen unreiner Kohle.

Wir stimmen mit Rogers darin überein, dafs schwierig zu begreifen wäre, warum die Kohlen nicht vorzugsweise aus den gröfseren Theilen der Bäume, aus den Stämmen und Wurzeln bestehen sollten, wenn diese in das Meer geschwemmten Theile das Material geliefert hätten. Wir müssen diefs jedoch so weit beschränken, dafs allerdings eine Umwandlung der Baumstämme, als solcher, schwierig zu begreifen ist; dafs sie aber, wenn sie sich, wie die erwähnten Baumstämme im *Mackenzie* Flusse, vorher in eine schwärzlichbraune, dem Torfe ähnliche Substanz umgewandelt hatten, ebenso Material zur Bildung der Steinkohle liefern konnten, wie Blätter und andere feine Theile der Pflanzen, erscheint nicht zweifelhaft.

Das unterste Glied der *Appalachian*-Kohlenformation ist ein mächtiges Lager von ungewöhnlich reiner Kohle, das mittlere ein ungefähr einen Fufs dickes Lager von feuerfestem Thon, das oberste ein zwei bis drei Fufs dickes Lager aus wechselnden Schichten von Kohle und feuerfestem Thon. Diese drei Glieder finden sich fast durchgängig in der ganzen Ausdehnung vom östlichen bis zum westlichen Ausgehenden der dortigen Steinkohlenformation. Ein solches lehrreiches Verhältnifs läfst entschieden auf gleichförmige Bedingungen, unter welchen diese Lager gebildet wurden, schliefsen.

In mehreren der reinsten dieser Kohlenflötze betragen die erdigen Theile weniger als 1 bis 2 Proc. Diefs ist in völliger Uebereinstimmung mit dem schnellen Niedersinken der vermoderten Pflanzentheile und dem äusserst langsamen der unorganischen Stoffe. Eine so ganz unbedeutende Menge erdiger Theile hält Rogers für unvereinbar mit der Vorstellung einer Bildung der Steinkohlen aus suspendirten ve-

getabilischen Substanzen, indem diese von bedeutenden Quantitäten jener Theile, welche in den Delta-Absätzen so vorherrschend und in den Flötzen des *Atchafalaya* *) selbst mit Treibholz gemengt sind, hätten begleitet sein müssen. Dagegen ist aber zu bemerken, dafs zuerst der vegetabilische Detritus, dann die erdigen Theile und zuletzt die Baumstämme niedersanken. Jede dieser schwimmenden Substanzen bildete daher abgesonderte Lager. Waren aber die erdigen Theile von gröberem Korn: so sanken diese zuerst nieder.

Das Liegende der *Appalachian*-Kohlenflötze ist, mit sehr wenigen Ausnahmen, ganz verschieden in seiner Zusammensetzung von dem Hangenden. Jenes besteht aus einer eigenthümlichen Varietät von mehr oder weniger sandigem Thon, der die Stigmaria ficoides **), diejenige Pflanze, von welcher, nach Rogers, häuptsächlich die grofsen Massen fossiler Ueberreste herrühren, enthält.

In gedachter Steinkohlen-Formation bilden die theils reinen, theils Magnesia haltenden Kalksteine, welche mannichfaltige organische Meeresreste einschliefsen, bisweilen das Liegende oder das Hangende der Kohlenflötze, und sind manchmal in unmittelbarem Contact mit denselben ***). An

*) Nach Ch. Lyell (a. a. O. P. 213) führt der *Atchafalaya*, ein Arm des *Mississippi*, eine bedeutende Menge Treibholz mit sich, welches in ungefähr 38 Jahren vor 1816 ein zusammenhängendes Lager von 10 Meilen Länge, 220 Yards Breite und 8 Fufs Dicke bildete. Solche ungeheure Massen Treibholz werden daher unter gewöhnlichen Umständen in den Absätzen des Meeres und der Flufsmündungen eingeschlossen. Ausgrabungen bei *New Orleans*, bis zu einer Tiefe von mehreren Yards unter dem Meeresspiegel, zeigten auch, dafs der Boden des Delta unzählige Baumstämme, Lager auf Lager, einige liegend, andere abgebrochen in der Nähe des Bodens, aber noch aufrecht stehend und die Wurzeln nach allen Seiten ausbreitend, enthielten.

**) Logan (Proceedings of the geological Society. No. 69) fand, dafs das Liegende jedes Kohlenflötzes in *South-Wales* ebenso zusammengesetzt ist.

***) Einen solchen unmittelbaren Contact zeigen auch häufig die Kohlenflötze in *Europa*.

einigen Stellen ist die reine Kohle vom reinen Kalksteine nur durch eine, einen Zoll dicke Zwischenlage von kalkigem und kohligem Schiefer abgesondert. An anderen Stellen umschliefst ein, Versteinerungen haltendes Kalklager einen dünnen Kohlensaum in fast unmittelbarem Contact mit dem Kalksteine. Mehrere der stärkeren Lager bestehen aus alternirenden Schichten von Kalkstein und weichem Schiefer.

Die Kalksteine sind chemische Absätze durch organische Thätigkeit. Sind sie frei von thonigen und quarzigen Theilen, so sind sie in einem Meer, welches keine schwebenden Theile enthielt, gebildet worden. Ihre Bildung hörte aber in trübem Meerwasser nicht ganz auf; denn einige von den *Appalachian*-Kalksteinen enthalten davon eine beträchtliche Menge. Nahmen aber die schwebenden Theile sehr zu: so scheint der Absatz des kohlensauren Kalks ganz aufgehört zu haben; es bildeten sich dann blofs mechanische Absätze, auf die wieder, nachdem sich das Meerwasser geklärt hatte, rein chemische folgten. Auf diese Weise entstanden die alternirenden Kalksteine und Thonlager.

Die mechanischen Absätze des im Meerwasser suspendirt gewesenen vegetabilischen Detritus scheinen sich, wie die der suspendirt gewesenen erdigen Theile, zu den chemischen Absätzen verhalten zu haben. Während sich jener Detritus absetzte, war der chemische Absatz der kohlensauren Kalkerde nicht immer ganz unterbrochen; denn die Asche der Steinkohlen enthält manchmal kohlensauren Kalk. Auf der andern Seite kommen auch zwischen den Kohlenflötzen dunkle kohlenhaltige Kalksteine, welche beim Zerschlagen einen bituminösen Geruch verbreiten, vor. Diese Kalksteine sind wahrscheinlich durch die organische Thätigkeit der Pflanzen gebildet worden.

Da das Material für die chemischen Absätze stets im aufgelösten Zustande im Meerwasser vorhanden ist, das für die mechanischen Absätze aber bald in gröfserer, bald in geringerer, bald in kaum merklicher Menge blofs darin schwebt: so entstehen, wenn die schwebenden Theile bis auf ein Minimum herabsinken, chemische Absätze, welche ganz oder fast frei von mechanischen Absätzen sind. Sind dagegen die schwebenden Theile in gröfserer Menge vorhanden:

so verunreinigen sie mehr oder weniger die chemischen Absätze. Die grofse Aehnlichkeit zwischen den erdigen Bestandtheilen der Steinkohlen und der sie einschliefsenden Schieferthon-Lager (S. 1771) zeigt aber, dafs erdige und vegetabilische Substanzen neben einander im Meere suspendirt waren. Je mehr diese Substanzen gleichzeitig niedersanken, desto unreiner, je weniger sie gleichzeitig niedersanken, desto reiner wurden die Steinkohlen und die mit ihnen wechselnden Lager. Dafs aber die Zeiten des Niedersinkens der suspendirten vegetabilischen und erdigen Theile sehr weit von einander abliegen können, haben wir gesehen (S. 1811).

Die Betrachtung der Durchschnitte der Steinkohlen-Werke von *Lissitchia-Balka* und der südlichen Gegenden von *Rufsland* führten Murchison, de Verneuil und v. Keyserling *) zu der Ueberzeugung, dafs die Hypothese von der Steinkohlen-Bildung aus einer Vegetation auf einem sinkenden Boden (wenn sie diefs auch für einige Kohlenformationen nicht in Abrede stellen wollen) keine Anwendung auf die in Rede stehenden Kohlenlager, und ebenso wenig auf die rein marinischen von *Northumberland*, so wie auf die nordwestlichen Kohlenlager von *Yorkshire* u. s. w. finden könne. Sie fanden eine verworrene Ansammlung von mehreren Landpflanzen, sowohl über als unter den Kohflötzen zu *Lissitchia-Balka*, während von dem obersten bis zum untersten Lager, in einer Mächtigkeit von ungefähr 800 Fufs, die Muschelschalen ausschliefslich marine waren. Die feinen Theilchen des Schieferthons, der die Unterlage der Kohlenflötze bildet, zeigen, dafs in jenen Perioden, wo sich auf dem Meeresboden der Detritus von verwirrten und zerbrochenen Pflanzen, welche durch Ueberschwemmungen oder durch frühere Flüsse herbeigeführt wurden, ausbreitete, die schwereren erdigen Theile, die diese Anhäufungen begleiteten, niedersanken, während die schwimmenden leichteren Pflanzen die darauf folgende Schicht bildeten. Die auf dem Schlamme zurückgebliebenen Pflanzen, der entweder mit die-

*) The Geology of Russia V. I. P. 113.

sen herbeigeführt wurde, oder von der Zerstörung des Landes, auf dem sie gewachsen waren, herrührte, wurden später mit anderen Sedimenten bedeckt.

Gegen die Schlüsse, welche diese Forscher aus ihren trefflichen Untersuchungen gezogen haben, ist im Allgemeinen gewifs nichts zu erinnern; nur das ist zu bemerken, dafs, gemäfs meiner oben angeführten Versuche, die feinen Theile, woraus sich der Schieferthon bildete, nicht früher als der vegetabilische Detritus zum Absatze gekommen sein konnten.

Man scheint die reichen Quellen einer über ganze Continente verbreiteten Vegetation, deren Ueberreste von den fernsten Puncten her durch die Gewässer dem Meere zugeführt wurden, meist übersehen zu haben *), indem man blofs in der, auf locale Puncte beschränkten Vegetation der Torfmoore, auf niedrigen Inseln und auf, mit dichten tropischen Wäldern bedeckten Niederungen, welche unter das Meer versenkt worden sein sollten, das Material zur Steinkohlen-Bildung zu suchen sich bemühte. Alle Hypothesen über die Bildung der Steinkohlen aus partiellen Pflanzenresten haben das mit einander gemein, dafs sie in verhältnifsmäfsig geringeren Massen das Material zu einer so grofsartigen Bildung, wie die der Steinkohlen suchen, während sie keinen Nachweis geben, wohin die ungeheuren Pflanzenreste des festen Landes in vorhistorischen Zeiten, wo es noch keine pflanzenfressende Landthiere gab, gekommen sind. Wir vergessen indefs, wie wir schon bemerkt haben, keineswegs, dafs zur Zeit der Steinkohlen-Bildung nur das Uebergangsgebirge und die älteren krystallinischen Gesteine aus dem Meere hervorgeragt, und dafs daher damals die Continente einen viel geringeren Umfang als heut zu Tage gehabt hatten. Aber eben defshalb konnten die Ueberreste der auf diesen Gebirgen gewachsenen Pflanzen, und sogar zum Theil

*) Buckland (Anniversary Adress to geological society 1841) ist vielleicht der Einzige, welcher es mit Entschiedenheit aussprach, dafs die Pflanzenüberreste aus beträchtlichen Entfernungen durch Wasser herbeigeführt worden sind.

die Pflanzen selbst in unalterirtem Zustande um so leichter in das Meer geführt werden.

Alle vegetabilischen Substanzen und Ueberreste, welche auf den Grund des Meeres gelangten, konnten sich, nachdem die löslichen Theile ausgezogen worden, in Steinkohle umwandeln. Daher gewiſs auch die auf dem Boden des Meeres wachsenden und die schwimmenden Algen. Da jene höchstens nur in einer Meerestiefe von 200 Fuſs vorkommen, und nur die Küsten umsäumen, da auch die ausgedehnten Anhäufungen groſser Fucusarten hauptsächlich nur an den seichten Küsten des Weltmeers undurchdringliche Pflanzendecken bilden: so konnten diese Meerespflanzen allerdings nur Steinkohlenflötzen in geringen Tiefen unter der Erdoberfläche Ursprung geben, wenn nicht spätere Senkungen statt fanden. Die schwimmenden Algen, welche bekanntlich im Süden der *Azorischen* Inseln eine über 4000 Quadratmeilen groſse, vom *Golfstrom* begränzte Ansammlung bilden, muſsten aber, wenn sie durch Vermoderung schwerer geworden, nach und nach zu Boden sanken, und die Pflanzendecke sich immer wieder erneuerte, bedeutendes Material zur Steinkohlenbildung liefern.

Wenn Unger *) die Möglichkeit einer solchen Bildung bezweifelt, weil sich bisher ohne Ausnahme die Stein- und Braunkohlen als Producte aus Resten von Landpflanzen erwiesen haben: so muſs man fragen, wohin sind denn die Ueberreste ungeheuerer Massen von Meerespflanzen gekommen, welche, seitdem das Pflanzenreich auf Erden erschienen ist, gewachsen und wieder untergegangen sind? — Die Fucusarten, der Wärme und dem Wasser ausgesetzt, zersetzen sich schon nach einigen Tagen (Bd. I. S. 923 ff.); es ist daher nicht zu bezweifeln, daſs sie nach ihrer Zersetzung im Meere untersinken und Material zur Steinkohlen-Bildung liefern muſsten. Ueberdieſs kommen fossile Fucusarten im Steinkohlengebirge vor **).

De Luc, Ad. Brongniart, E. de Beaumont,

*) A. a. O. S. 105.

**) Bronn Handbuch einer Geschichte der Natur Bd. III. S. 61.

Macculloch, Göppert u. m. A. haben die Ansicht aufgestellt, dafs die Steinkohlen einer torfartigen Ablagerung ihren Ursprung verdanken. Neuerdings suchte Unger *) zu beweisen, dafs die Steinkohlen in der Zusammensetzung und der Beschaffenheit ihrer Theile, in ihrer Structur und in ihren Lagerungsverhältnissen mit dem Torfe übereinstimmen, und daher einen ähnlichen Ursprung wie dieser haben.

Dafs auch Torf Material zur Steinkohlenbildung geliefert habe, ist unzweifelhaft. Die Aehnlichkeit in der Zusammensetzung der Torfkohle mit der der Steinkohlen und noch mehr mit der der Braunkohlen (S. 1765 u. 1797), beweiset diefs. Wenn die Aehnlichkeit in den Lagerungsverhältnissen als Beweis dafür gelten soll: so würde diefs voraussetzen, dafs die Umwandlung des Torfs in Steinkohle an Ort und Stelle statt gefunden habe. Soll aber durch diese Umwandlung eine Steinkohle entstehen, welche, wie die von Kremers und Taylor analysirten Steinkohlen, Schieferthon-Theile enthält: so kann nicht anders gedacht werden, als dafs das Torflager unter Gewässer, welche diese Theile im schwebenden Zustande hielten, gesunken sei.

In der Asche des Torfs findet sich keine Thonerde **); dieselbe kommt überhaupt nur in äusserst geringen Mengen im Pflanzenreiche vor; daher mufs sie in allen Steinkohlen, in denen sie stets vorhanden ist, von aussen her gekommen sein. Da diese Erde für sich allein nie, sondern stets mit Kieselsäure verbunden in Gewässern schwebend enthalten ist: so wurde mit ihr auch diese der Steinkohlen-Masse stets zugeführt.

Einige Geologen, Elie de Beaumont an der Spitze, haben, um den häufigen Wechsel zwischen Kohlenflötzen und sedimentären Gesteinen mit Meeresproducten zu erklären, eine fortdauernde Senkung von Inseln angenommen: so dafs je ein Kohlenflötz nach seiner Bildung mit Sedimenten bis zum Meeresspiegel bedeckt worden, und auf denselben eine

*) A. a. O. S. 110 u. s. w.

**) Liebig a. a. O. S. 324.

neue Flora gewachsen wäre, um wiederum zu versinken u. s. w. *). Diese Ansicht scheint durch die Meinung mancher Botaniker, wonach die Vegetation der Steinkohlen-Periode den Character der Flora auf Inseln, welche in einem grofsen Ocean zerstreut und einem tropischen und feuchten Klima ausgesetzt sind, tragen soll.

Eine Umwandlung einer Flora auf Inseln in Steinkohle wäre nur dann zu begreifen, wenn die Pflanzen vor der Senkung unter das Meer durch Vermoderung so weit zersetzt worden wären, dafs sie sich in Humus umgewandelt hätten. Wäre diefs aber nicht der Fall, wären zur Zeit der Senkung noch Baumstämme oder gröfsere Pflanzentheile neben den vermoderten Pflanzen vorhanden gewesen und mit denselben niedergesunken: so müfsten wir sie, wenigstens hier und da, in den Steinkohlen-Lagern finden. Die Kohlen selbst enthalten aber nur Spuren von Bäumen, während ihre zerbrochenen Stämme mit Stigmarien-Fragmenten mehr oder weniger in allen gröberen Gesteinen gemengt vorkommen. Kommen Bäume und gröfsere Pflanzentheile unter Wasser: so behalten sie, mit fast gänzlichem Verluste ihrer organischen Materie, ihre Form bei, wie die versteinerten Baumstämme u. s. w. zeigen. Es ist nicht anzunehmen, dafs die in Torfmooren aufrecht stehenden und durch alle Schichten derselben reichenden Baumstämme einer solchen Umwandlung entgangen

*) H. Rogers (a. a. O. S. 464) nimmt an, dafs die ganze Steinkohlen-Periode durch ein allgemeines Sinken der Küsten, auf denen die Kohlenpflanzen wuchsen, characterisirt sei, dafs jedoch diese verticale Senkung durch ein graduelles Aufsteigen unterbrochen worden sei, und dafs diese ziemlich normalen Verhältnisse mit grofsen, durch heftige Erdbeben bewirkten Verwerfungen begleitet gewesen seien.

Obgleich solche Bewegungen der Erdkruste nicht zu leugnen sind, und sich namentlich in der Steinkohlen-Formation sehr bedeutende Dislocationen zeigen: so halten wir doch solche Schwankungen nicht für nothwendige Bedingungen zur Erklärung der sedimentären Bildungen der Steinkohlen-Formation. Sie dürften sich wenigstens nur auf diejenigen Kohlen-Niederlagen beschränken, welche Lager von Süfswasser-Kalkstein einschliefsen (S. 1614).

sein sollten; denn da der sie umgebende Torf bei seiner Umwandlung in Steinkohle die im Meere suspendirt gewesenen erdigen Theile aufnahm: so hätten dieselben auch Baumstämme versteinern können.

Rogers schliefst aus den physikalischen Verhältnissen der *Appalachian*-Kohlenformation auf die Existenz einer ehemaligen ausgedehnten Fläche, welche, einen Continent begrenzend, die Küsten eines Ocean oder einer grofsen Bucht bildete, und dafs dieses niedrige Küstenland eingefafst war mit grofsen Torfmooren, auf deren Begrenzung gegen das Land Coniferen, Farnen und andere baumartige Pflanzen wuchsen. Nehmen wir diese Voraussetzung an: so kommen wir zu folgenden Schlüssen. Durch Fluthen und Strömungen wurde zuerst die durch Fäulnifs auf den Stigmarien-Wiesen enstandene Pflanzenerde in das Meer gespült, deren pflanzliche Ueberreste sogleich niedersanken, während deren erdigen Theile, wenn sie aus so feinen Theilchen bestanden, wie im Schieferthon, gröfstentheils suspendirt blieben. So lange als dieses Wegspülen der Pflanzenerde dauerte, blieben die Bäume, welche durch ihre Wurzeln in den unter der Dammerde liegenden Schichten befestigt waren, noch aufrecht stehen. Wurden endlich auch diese Schichten von den Fluthen angegriffen, so wurden auch sie und mit ihnen die Bäume in das Meer getrieben. Bestanden diese Schichten aus feinem Thon: so lieferten sie das Material zur Bildung von Schieferthon; bestanden sie hingegen aus gröberen Massen, so gaben sie das Material zur Bildung von Sandsteinen oder Conglomeraten.

Waren die Wurzeln der in das Meer gespülten Baumstämme noch beladen mit Erden und Steinen: so sanken sie sogleich mit jenen gröberen Massen nieder, und bildeten das Hangende der früher niedergesunkenen fein zertheilten pflanzlichen Ueberreste der Pflanzenerde. Waren dagegen diese Baumstämme frei von schweren Massen, schwammen sie daher im Meere: so kamen sie erst auf den Grund, nachdem sie entweder vom Wasser ganz durchdrungen, oder durch Fäulnifs so weit zerstört waren, dafs sie schwerer als das Wasser geworden waren. In diesem Falle kamen die gröberen steinigen Massen unmittelbar auf jene fein zertheilten

pflanzlichen Ueberreste zu liegen, und erst später folgten darauf die Baumstämme *).

Solche Verhältnisse finden sich unter andern in der *Appalachian*-Kohlenformation. Nach H. Rogers besteht das Hangende dieser Kohlenflötze häufig aus sehr grobkörnigen Gesteinen. In diesem Falle sind die eingeschlossenen Pflanzenreste meist Fragmente von gröfseren Stämmen oder Aesten gigantischer Bäume, deren Zweige und Blätter weniger reichlich auftreten. Diese Fragmente kommen in allen Stellungen, horizontal, schief und senkrecht auf der Schichtungsfläche vor, und zeigen in ihrem zerbrochenen Zustande und in ihrer unregelmäfsigen Vertheilung den heftigen und stürmischen Character der Strömungen, welche sie forttrieben und begruben. Auch die, zunächst die Kohlenflötze bedekkenden Lager von grobem Sand oder Sandstein, in denen grofse Massen zerriebener Steinkohlen zerstreut sind, weisen darauf hin. Diefs ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung in den Anthracit-Lagern von *Pennsylvanien*, wo der grobe Sand nicht selten unmittelbar auf den Kohlenflötzen liegt, und darthut, dafs ein Theil der oberen Lager der weichen kohligen Masse durch die Reibung des sandigen Stroms aufgewühlt wurde. Die so weggerissene kohlige Masse setzte sich, gemengt mit den ersten Sandlagen, wieder ab. Rogers verweiset auf Logan's Mittheilung eines noch schlagenderen Beweises für die energischen Bewegungen, welche während der Bildung der Kohlenflötze manchmal statt hatten. Dieser Forscher beschreibt nämlich wirklich abgerundete Kohlengerölle in dem *Pennant-Grit* und in anderen grobkörnigen Lagern der Kohlenformation von *South-Wales*.

In dem Falle, wo der Boden, in welchem Bäume wuchsen, aus feinem Thon bestand, mufsten andere Verhältnisse eintreten. Diese Thontheilchen blieben lange im Meerwasser suspendirt, ehe sie zum Niedersinken kamen. Es konnte da-

*) Dafs das Treibholz in grofsen Massen fast nach allen Richtungen und bis zu sehr grofsen entfernten Puncten des Meeres durch Strömungen geführt wird, zeigen mehrere von Lyell (P. 717) angeführte Beispiele.

her geschehen, dafs die Baumstämme früher niedersanken, als die erdigen Theile, und daher unmittelbar auf die fein zertheilten pflanzlichen Ueberreste zu liegen kamen. Wirklich finden sich, wie wir später sehen werden, versteinerte Baumstämme im Schieferthon, unmittelbar auf Steinkohlen-Flötzen stehend. War die Dammerde-Schicht an den Küsten eines Ocean wenig mächtig: so mufsten bedeutende Massen von den darunter gelegenen Thonschichten durch die Meeresfluthen weggewaschen werden, ehe die darin befestigten Wurzeln so entblöfst wurden, dafs auch sie fortgeführt werden konnten. Mittlerweile setzten sich die suspendirten erdigen Theile auf den früher niedergesunkenen feinen pflanzlichen ab; es bildeten sich beträchtliche Schichten Schieferthon, und erst später sanken die durch die Fluthen losgerissenen Baumstämme nieder, welche in die sich noch fortwährend absetzenden erdigen Theile eingeschlossen wurden. Auf diese Weise erklären sich die mitten im Schieferthon vergrabenen versteinerten Baumstämme.

Die Schieferthone bildeten sich sowohl aus den durch die Fluthen von den Küsten eines Ocean abgeschwemmten, als aus den durch die Flüsse aus dem Innern des Landes in Suspension herbeigeführten feinen Thontheilchen. Fand zwischen jenen und diesen eine Verschiedenheit in der Gröfse des Korns statt: so konnten, je nachdem die einen oder die anderen vorherrschend waren, verschiedenartige Schichten entstehen. Die von den Küsten abgeschwemmten Theilchen konnten grobkörniger und quarzreicher gewesen sein, als die von den Flüssen dem Meere zugeführten; denn die suspendirten Theile sind um so feiner, je weiter her sie geführt werden. Der häufige Wechsel zwischen Schichten von mehr oder weniger feinkörniger, und von quarzfreier oder quarzhaltiger Zusammensetzung mag von jenem verschiedenen Ursprunge der suspendirten Theile herrühren. Wie sich im Meere die von den Küsten abstammenden erdigen Theilchen mit denen, welche von den Flüssen zugeführt wurden, mengten: so mengte sich auch der, jene wie diese begleitende vegetabilische Detritus, und lieferte das Material zur Steinkohlen-Bildung.

Dafs Sand und Gerölle, welche das Material zur Bil-

dung der Sandsteine und Conglomerate liefern, nur auf dem Grunde der Flüsse und des Meeres durch die Strömung und durch die Fluth fortgeführt werden können, und daher theils weit von den Meeresküsten, theils in deren Nähe ihren Ursprung haben, ist von selbst klar.

Die Zersetzung und Umwandlung in Steinkohle ist nicht der einzige Procefs, dem die vegetabilischen Substanzen unterliegen. So wie die Gesteine theils zersetzt und die Zersetzungsproducte durch Gewässer auf mechanischem und chemischem Wege fortgeführt, theils umgewandelt oder durch andere mineralische Substanzen verdrängt werden: so ist es auch bei organischen Substanzen. Die Versteinerung ist eine solche Verdrängung der organischen Materie durch unorganische.

In einem auf dem Meere lange Zeit schwimmenden Baumstamme kann durch die im Wasser gelösten unorganischen Substanzen die Versteinerung schon beginnen. Schreitet sie so weit fort, dafs das spec. Gewicht des Baumstamms gröfser wird als das des Wassers: so sinkt er nieder, und auf dem Meeresgrunde kann die Versteinerung bis zur Vollendung fortschreiten.

Als Göppert *) eine durch kohlensauren Kalk versteinerte Stigmaria ficoides, aus dem Uebergangsgebirge, mit verdünnter Salzsäure behandelte, erhielt er einen Rückstand, der die ganze Pflanzenstructur in ihrem natürlichen Zusammenhange und in ihrer natürlichen Färbung zeigte. Koniferenholz aus dem Uebergangsgebirge liefs 0,02 bis 0,07 nur schwach gebräunte, vollkommen biegsame Fasern nebst etwas nach brenzlichem Kreosot riechendem Oel zurück. Beim Behandeln durch Kieselsäure versteinerter Hölzer mit mäfsig starker Flufssäure, erhielt Göppert einen holzigen Rückstand mit noch wohl erhaltenen Gefäfsen, welche meist noch die Gattung des Holzes anzeigten. Solche verkieselte Hölzer finden sich in der Steinkohlenformation (*Lobejün* bei *Halle*, *Neurode* in der Grafschaft *Glatz*, *Radnitz* in *Böhmen*).

Fragen wir, durch welche Bestandtheile des Meerwassers die organische Materie der versteinerten Hölzer so zer-

*) Neues Jahrbuch für Mineral. u. s. w. S. 370.

setzt wurde, dafs sie fortgeführt werden konnte: so können wir keine anderen, als die schwefelsauren Salze finden. Da diese Salze durch organische Substanzen auf nassem Wege desoxydirt werden: so ist erklärlich, wie der Kohlenstoff und Wasserstoff dieser Substanzen, wovon der erstere der directen Oxydation durch den vom Meerwasser absorbirten Sauerstoff widersteht, auf indirectem Wege oxydirt und als Kohlensäure und Wasser ausgeschieden werden. Vom schwefelsauren Kalk ist eine solche Desoxydation entschieden nachgewiesen, nicht aber von der schwefelsauren Magnesia. Der schwefelsaure Kalk im Meerwasser ist daher für das Mittel zu halten, dessen sich die Natur bedient, die organische Materie bei den Versteinerungen gänzlich fortzuführen.

Schwefelcalcium wird durch Kohlensäure zersetzt. Läfst man dieses Gas durch eine concentrirte Lösung desselben strömen: so entsteht ein reichlicher Niederschlag von kohlensaurem Kalk. Das durch Zersetzung des schwefelsauren Kalks entstandene Schwefelcalcium wird also durch die gleichzeitig gebildete Kohlensäure in kohlensauren Kalk umgewandelt, und auf diese Weise läfst sich die Verdrängung der Holzsubstanz durch kohlensauren Kalk erklären. Die 52,53 Proc. Kohlenstoff im Eichenholze zersetzen 295 Th. schwefelsauren Kalk und geben 190 Th. Kohlensäure, wovon die Hälfte das Schwefelcalcium zersetzt und 217 Th. kohlensauren Kalk liefert, während die andere Hälfte entweicht *). An die Stelle von 100 Th. Holz würden demnach 217 Th. kohlensaurer Kalk treten. Da diese Zahlen nahe in dem Verhältnisse der specif. Gewichte beider Substanzen stehen: so würde der kohlensaure Kalk nahe das Volumen des zersetzten Holzes einnehmen.

*) Der Kohlenstoff und der Wasserstoff können nicht in ihrer ganzen Menge desoxydirend wirken; denn der Sauerstoff und der Wasserstoff sind im Holze in dem zur Wasserbildung erforderlichen Verhältnisse vorhanden. Defshalb wurde die obige Rechnung auf die Voraussetzung gegründet, dafs nur der Kohlenstoff die Zersetzung des schwefelsauren Kalks bewirke, und der Wasserstoff mit dem Sauerstoff des Holzes als Wasser entweiche.

Göppert *) beschreibt knollenförmige Stücke mit Zweigen aus den Steinkohlengruben der Grafschaft *Mark* in *Westphalen*, die mit Eisenkies ausgefüllt waren, und in der Steinkohle selbst vorkommen. Sie sind häufig mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll dicker, dicht anliegender, sehr fetter, aussen glatter und glänzender Kohle bedeckt, nach deren Entfernung die organische Structur, die Narben der Stigmaria, gewöhnlich mit dem Glanze des Eisenkieses sichtbar werden. Das so häufige Vorkommen dieses Minerals in Steinkohlen, als Anflug auf Pflanzen-Abdrücken im Kohlenschiefer u. s. w. und als Ueberzug von Muschelschalen zeigt, dafs seine Bildung auf Kosten organischer Ueberreste eine weit verbreitete Erscheinung ist.

Diese Bildung kann nur aus der Gegenwart schwefelsaurer Salze, und sofern sie im Meere von Statten ging, nur aus der Zersetzung seines schwefelsauren Kalks erklärt werden (S. 1828). Die 52,53 Proc. Kohlenstoff im Eichenholze liefern durch Zersetzung der schwefelsauren Kalkerde 69 Gewichtsth. Schwefel, welche 127 Gewichtsth. Eisenkies geben. An die Stelle von 100 Volumtheilen Holz würden demnach nur 25,4 Volumth. Eisenkies treten. Der übrige Raum konnte mit kohlensaurem Kalk erfüllt werden, der sich auch in diesem Falle durch Zersetzung des Schwefelcalcium mittelst Kohlensäure bilden mufste. In dieser Begleitung kommt aber der Eisenkies nicht vor. Es hält daher schwer, die völlige Erfüllung einer Pflanzensubstanz durch Eisenkies zu erklären, wenn man nicht annehmen will, dafs der kohlensaure Kalk durch Eisenkies verdrängt wurde, welche Pseudomorphose wirklich vorkommt **).

*) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft Bd. III. S. 291.

**) Es sind nicht blofs die den Pflanzen durch die Gewässer zugeführten schwefelsauren Salze, welche die Bildung von Eisenkies möglich machen, sondern diejenigen, welche wir in ihrer Asche finden, nehmen daran gleichfalls Antheil. Vergleiche Bd. I. S. 924 und namentlich den bedeutenden Gehalt an schwefelsauren Salzen in den Fucus-Arten S. 925 ff. Durocher und Malaguti (l'Instit. 1852. XX. P. 138) fanden in einem bläulichen Mergel, welcher sich täglich etwas unter dem

Die Versteinerung durch Kieselsäure ist eine so gewöhnliche Erscheinung, dafs wir bei der Silicification der Baumstämme in der Steinkohlen-Formation, welche, wenn aufrecht stehend nur wenig, in horizontaler Lage dagegen stark zusammengedrückt sind, keine besonderen Umstände vorauszusetzen brauchen *). Dieses Versteinerungsmittel ist erdig oder hart, grob oder feinkörnig, und im letzten Falle sind auch noch die feinsten Holzfasern zu erkennen. In den verkieselten Baumstämmen der Steinkohlen-Formation, welche sich meist in den Sandstein-Schichten finden, ist die Peripherie in eine kieselige, die Rinde in eine dünne kohlige Masse umgewandelt, während das Innere mit Sandstein ausgefüllt ist. Jene kieselige Masse ist ohne Zweifel ein chemischer Absatz aus der im Meerwasser aufgelösten Kieselsäure, der Sandstein dagegen, gleich dem die Stämme einschliefsenden Gesteine, ein mechanischer Absatz. Die Analyse des chemischen Absatzes läfst kaum noch Spuren von organischer Materie erkennen. Beim Glühen des S. 1547 angeführten silicificirten Holzes war ein nur schwach brandiger Geruch wahrzunehmen, und das schwach gelbliche Pulver bräunte sich nur etwas. Das Versteinerungsmittel war erdig.

Die grofse Verwandtschaft der Kieselsäure zu organischen Substanzen zeigt sich unter anderen bei der Analyse von Gesteinen, welche organische Substanzen enthalten; denn diese verunreinigen immer die ausgeschiedene Kieselsäure. Es ist diese Verwandtschaft, wodurch die Kieselsäure der in Hölzer dringenden Gewässer von der organischen Materie

Meeresspiegel an der Küste von *San Malo* absetzt, 0,002 Eisenkies. In ganz sandigen Absätzen bildet er sich nicht, und ebenso findet er sich selten in rein quarzigen Sandsteinen, weil er gleich bei seiner Bildung sehr geneigt ist, Sauerstoff zu absorbiren; daher kann er sich nur in sehr bindenden Gesteinen erhalten. Die Kalksteine der Jura-Formation verdanken, nach Ebelmen, ihre bläuliche Farbe etwa 0,002 beigemengtem Eisenkies. Alles dieses zeigt, wie allgemein die Eisenkies-Bildungen im Meere sind.

*) Ueber das Vorkommen verkieselter Stämme u. s. w. s. Naumann's Geognosie Bd. II. S. 545.

abgeschieden wird *). Ist es auch möglich, dafs diese Materie als solche von den Gewässern fortgeführt wird: so ist es doch wahrscheinlicher, dafs auch in diesem Falle der Sauerstoff der schwefelsauren Salze das Oxydationsmittel ist, welches sie zersetzt.

Im Steinkohlengebirge, mehr im Schieferthon, als im Kohlensandstein, kommt häufig Sphärosiderit als Versteinerungsmittel von Calamiten vor. Mein Sohn Dr. Carl Bischof und ich haben folgende Sphärosiderite aus dem Steinkohlen-Gebirge von *Saarbrücken* analysirt.

		I	II	III	IV
a	Kohlens. Eisenoxydul .	4,05	—	30,28	—
	Kohlens. Kalk	0,34	—	0,35	—
	Kohlens. Magnesia . .	2,19	—	1,93	—
	Eisenoxyd	13,99	—	—	—
	Manganoxyd	0,66	—	—	—
b	Kieselsäure	51,80	65,76	42,49	76,37
	Thonerde	14,71	18,67	6,80	12,22
	Eisenoxyd	2,89	3,67	1,83	3,29
	Magnesia	0,29	0,37	—	0,23
	Wasser	4,88	6,20	3,26	5,86
	Verlust und Alkalien .	4,20	5,33	—	2,03
		100,00	100,00	—	100,00

a in Salzsäure lösliche Bestandtheile.

b in Salzsäure unlösliche Bestandtheile.

I Zusammengedrückter Calamites Suckowii. Die Narben wurden abgeschlagen, und die innere graue Masse analysirt. In der Chalcedonschale kratzt er sehr wenig, und ist leicht zu zerreiben.

*) Dafs organische Materie in jeder Verbindung die Kieselsäure aus ihrer Lösung fällt, zeigen die von Connel (Edinb. n. Phil. Journ. T. XVIII. P. 387 und T. XIX. P. 300) analysirten fossilen Fischknochen und Fischschuppen, welche 10 und 30 Proc. kieselartiger Materie und nur Spuren von thierischer Substanz enthielten.

II Nach Abzug der in Salzsäure löslichen Bestandtheile.

III Nicht zusammengedrückter Calamites Suckowii. Durch die röthlichbraune Masse ziehen sich schwarze Adern. In der Chalcedonschale kratzt er sehr stark und ist schwer zu zerreiben.

IV Nach Abzug der in Salzsäure löslichen Bestandtheile.

		V	VI
a	Kohlens. Eisenoxydul .	45,86	—
	Kohlens. Kalk	15,29	—
	Kohlens. Magnesia . .	5,86	—
	Kohlens. Manganoxydul	3,26	—
	Kieselsäure	20,75	70,51
b	Thonerde	5,49	18,65
	Eisenoxyd	0,83	2,82
	Magnesia	0,29	0,99
	Wasser und Alkalien .	2,07	7,03
		99,70	100,00

V Eisenerz mit Pflanzen-Abdrücken aus der Grube *Friederichsthal* unweit *Saarbrücken.*

VI Nach Abzug der in Salzsäure löslichen Bestandtheile.

Bei der directen Bestimmung des Wassers in I und III war in der Glasröhre weder ein, von zersetzter organischer Materie herrührender Sublimat, noch ein brenzlicher Geruch wahrzunehmen; auch die Kieselsäure war vollkommen weiſs. In beiden Calamiten war daher nichts Vegetabilisches enthalten; es war daher durch die Ausfüllungsmasse gänzlich verdrängt worden.

Die Vergleichung von II, IV und VI mit den Schieferthonen aus dem Steinkohlengebirge von *Saarbrücken* (S. 1662) zeigt, daſs die in Säuren unlöslichen Theile der Ausfüllungsmassen der Calamiten diesselbe Zusammensetzung haben; denn die Abweichungen zwischen jenen und diesen sind nicht gröſser als zwischen jenen und diesen unter sich.

Der Reichthum der Steinkohlen-Formation an Eisenerzen ist bekannt; diefs zeigen auch die folgenden Analysen.

	I	II	III	IV
Kohlens. Eisenoxydul .	60,15	47,24	77,72	69,99
Kohlens. Manganoxydul .	—	—	0,21	0,78
Kohlens. Kalk	1,53	—	1,02	—
Kohlens. Magnesia . .	2,40	4,40	2,51	3,67
Schwefels. Kalk . . .	0,29	—	0,05	—
Kieselsäure	1,03	—	—	1,92
Thonerde	6,64	—	0,77	0,52
Eisenoxyd	0,94	7,46	1,30	7,77
Kalkerde	—	—	—	0,14
Magnesia	—	—	—	0,13
Kieseliger Rückstand . .	—	0,81	0,93	—
Kohle	21,27	35,34	14,61	11,76
Wasser	4,96	4,14	0,92	3,01
	99,21	99,39	100,04	99,69

I Schwarzer Schiefer aus einem Steinkohlenlager bei *Bochum*, nach L. Ch. Hefs *).

II und III Kohleneisenstein von der Zeche *Schrötter* bei *Bochum.*

IV Kohleneisenstein von der Grube *Schürbank* und *Charlottenburg* bei *Bochum.*

*) Poggend. Ann. Bd. LXXVI. S. 113. Die Correction von Schnabel (ebend. Bd. LXXX. S. 442) ist zu berücksichtigen.

	V	VI	VII	VIII
Kohlens. Eisenoxydul .	35,30	69,12	27,04	—
Kohlens. Kalk	0,41	2,86	7,28	—
Kohlens. Magnesia . .	1,57	3,11	2,06	—
Schwefels. Kalk . . .	0,64	—	—	—
Kieselsäure	20,23	—	31,07	60,66
Thonerde	8,67	—	17,48	34,13
Eisenoxyd	7,09	8,26	—	—
Kalkerde	0,48	—	0,99	1,93
Magnesia	0,34	—	0,29	0,57
Kali	—	—	1,39	2,71
Kieseliger Rückstand .	—	3,20	—	—
Kohle	20,07	7,40	11,22 (Kohle und Wasser)	—
Wasser	5,09	6,20		—
	99,89	100,15	98,82	100,00

V Kohleneisenstein von der Grube *Schürbank* und *Charlottenburg* bei *Bochum*.

VI Kohleneisenstein von der Steinkohlenzeche *Freie Vogel* und *Unverhofft* bei *Hörde*, nach Schnabel *), dem wir auch die vorhergehenden sorgfältigen Analysen verdanken.

VII Ein mit Muschelabdrücken stark durchzogener Thoneisenstein (Sphärosiderit), welcher in der Steinkohlen-Formation von *Newcastle* eine 6 Zoll mächtige Schicht bildet. Diese Schicht kommt auch mit der ähnlich abgelagerten in den Steinkohlen-Formationen von *Derbyshire*, *Yorkshire* und in *Schottland* überein, nach H. Taylor **).

VIII Dasselbe Gestein, nach Abzug der Carbonate, der organischen Substanzen und des Wassers. Die Vergleichung dieser Zusammensetzung mit der des feuerfesten Thons I (S. 1771) zeigt eine so nahe Uebereinstimmung, dafs auch dieser als ein Gemeng aus Carbonaten und Thon erscheint.

*) A. a. O. und Verhandlungen des naturhist. Vereins für Rheinland und Westphalen Jahrg. VII. S. 209 ff.

**) A. a. O. Berechnet aus dessen Analysen.

Bergmeister Herold in *Bochum* hatte die Güte, mir briefliche Nachrichten über das Vorkommen der genannten Eisensteine aus der Steinkohlenformation bei *Bochum* mitzutheilen und aus der Zeche *Schrötter*; mehrere, dieses Vorkommen erläuternde Stufen beizufügen. Das unmittelbar Hangende dieses Eisensteinflötzes (a) ist ein 10 Zoll mächtiger Schieferthon, und darauf folgt Kohlensandstein. Das Flötz selbst besteht, vom Hangenden zum Liegenden aus:

(b) kohlenstoffreichem, knorpeligem Eisenstein	12 Z.	mächtig
(c) reicherem Eisenstein	12 Z.	„ „
(d) noch reicherem Eisenstein	10 Z.	„ „
	34 Z.	

Das Liegende ist gleichfalls Schieferthon (e) *). Das Eisensteinflötz ist eben so regelmäfsig, als die Steinkohlenflötze und diesen völlig parallel gelagert.

Der Schieferthon (a) ist schwarzgrau, sehr dicht und fest. Beim Zerreiben in der Chalcedonschale waren keine Quarzkörner zu bemerken. Das Pulver brauste in der Kälte nicht mit Säuren, in der Wärme aber anhaltend. Die Auflösung enthielt viel Eisenoxydul, sehr wenig Kalk und etwas mehr Magnesia.

Der Eisenstein (b) ist schwarz, auf den Absonderungsflächen stark glänzend, und durchzogen von irregulären eben so glänzenden Streifen von der Dicke starken Papiers. Er braust ebenfalls nicht mit Salzsäure in der Kälte, aber beim Erwärmen entwickelte sich lange anhaltend Kohlensäure. Es hatte sich sehr viel Eisenoxydul und etwas Eisenoxyd aufgelöst; Kalk war in etwas gröfserer Menge vorhanden als in (a), von Magnesia nur eine Spur.

*) Schieferthon ist, so weit Herold sich erinnert, stets das Hangende und Liegende der dortigen Kohleneisenstein-Flötze. Sollte sich in der Folge eine Ausnahme herausstellen: so ist doch dieses Vorkommen als Regel anzunehmen. Ebenso finden sich in *Westphalen* nur verhältnifsmäfsig wenige Steinkohlenflötze, deren unmittelbar Hangendes Sandstein ist.

Die Kohleneisensteine (c) und (d) sind die oben angeführten II und III.

Der Schieferthon (e) ist sehr feinkörnig, bläulichgrau, von etwas hellerem Strich und von fettem Anfühlen. Auf Schieferungsflächen zeigt sich ein dünner ocherfarbener Ueberzug. Beim Zerreiben in der Chalcedonschale waren keine Quarzkörner wahrzunehmen. Mit Salzsäure brauste er weder in der Kälte noch in der Wärme; sie zog aber etwas Eisenoxyd mit einer Spur Eisenoxydul, eine Spur Kalk und etwas mehr Magnesia aus.

Da, nach Herold, in einer gröfseren Entfernung von der Lagerstätte, auf der Zeche *Schrötter*, an die Stelle des Eisensteins muthmafslich ein 12 Zoll mächtiges Steinkohlenflötz tritt: so könnte man daran denken, dafs auch in jener Lagerstätte ursprünglich ein Steinkohlenflötz vorhanden war, welches später in Kohleneisenstein umgewandelt wurde. Wäre kohlensaures Eisenoxydul durch Gewässer eingeführt worden: so würde sich die Mächtigkeit des Eisenstein-Lagers von III bis zu 16 Zoll vermehrt haben; das ganze auf demselben liegende Gebirge hätte daher um 6 Zoll gehoben werden müssen. Wenn es nun schon an sich unwahrscheinlich ist, dafs der Absatz des kohlensauren Eisenoxydul mit einer solchen Kraft hätte erfolgen können, um eine solche Hebung zu bewirken: so ist noch weniger zu begreifen, woher die eisenhaltigen Gewässer hätten kommen können, da das Eisensteinlager mit einem wasserdichten Schieferthon bedeckt ist, und auf einem solchen liegt. Leichter wäre die Verdrängung einer entsprechenden Menge Kohle durch kohlensaures Eisenoxydul und durch Oxydation der Kohlensubstanz auf Kosten schwefelsaurer Salze zu begreifen (S. 1827 und 1828), wobei das Volumen des Flötzes unverändert geblieben wäre.

Für wahrscheinlicher und bei weitem mehr begründet halten wir indefs die Ansicht, dafs die genannten Eisensteine aus einem, an Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat sehr reichen und mit vegetabilischem Detritus gemengten Absatz entstanden sind. Nach dem Absatze des normalen Schieferthons (e), der übrigens, wie gewöhnlich, schon kohlige Theile enthält, änderte sich die Beschaffenheit der schwebenden

Theile sehr wesentlich: es setzten sich unorganische Theile ab, welche nur noch äusserst wenig Schieferthon-Theile, dagegen überwiegend Eisenoxyd enthielten. Mit diesen fiel gleichzeitig vegetabilischer Detritus nieder, und daraus bildete sich das Lager (d). Hierauf nahmen die unorganischen Theile ab und die vegetabilischen zu, wodurch das Lager (c) entstand, und nachdem jene noch mehr abgenommen und diese noch mehr zugenommen hatten, setzte sich das Lager (b) ab. Damit war aber noch nicht der Absatz des mit Eisenoxyd gemengten vegetabilischen Detritus geschlossen; denn der Schieferthon im Hangenden enthält gleichfalls noch kohlensaures Eisenoxydul, und diefs ist auch wohl der Grund, warum er so wenig schiefrig ist. Da unzählige Beispiele von häufigem Wechsel der Kohlenflötze mit Schieferthon-Lagern im Steinkohlengebirge vorliegen, welches auf einen ebenso häufig statt gefundenen Wechsel der im Meere suspendirt gewesenen Theile von vegetabilischem und erdigem Detritus schliefsen läfst: so ist gegen jene Annahme nichts zu erinnern. Jedoch das erscheint auffallend, dafs der erdige Detritus im obigen Falle eine, durch seinen ungewöhnlich grofsen Eisengehalt von der gewöhnlichen Zusammensetzung der Gebirgsgesteine so ganz abweichende Mischung gehabt haben mufste. Man möchte vermuthen, dafs mächtige Eisensteinlager an der Meeresküste durch die Wellen zerstört würden, und dafs neben diesem Eisenerz-Detritus fast nur vegetabilischer Detritus im Meerwasser geschwebt hatte.

Wurde das kohlensaure Eisenoxydul durch Reduction vorhanden gewesenen Eisenoxyds mittelst Kohle gebildet: so waren für die 77,72 Proc. in III 2,04 Proc. Kohlenstoff erforderlich, welche 7,48 Proc. Kohlensäure, mithin $\frac{1}{4}$ von der in jenem kohlensauren Eisenoxydul vorhandenen, gaben; 6,12 Kohlenstoff mufsten daher durch directe Oxydation in Kohlensäure umgewandelt werden *). Unter diesen Umständen würde

*) Der in manchen dieser Kohleneisensteine in Krystallen oder in dünnen Schichten vorhandene Eisenkies kann nur ein Product der Reduction des schwefelsauren Kalks durch die Kohle sein.

gleichfalls keine merkliche Veränderung in der Mächtigkeit des ursprünglichen Kohlenflötzes eingetreten sein. Diese Umwandlung konnte unmittelbar nach dem Absatze des, mit Eisenoxyd gemengten vegetabilischen Detritus, mithin im Meere statt gefunden haben. Steinkohlen-Bildung und in Folge davon Kohlensäure-Entwicklung, so wie Reduction und Umwandlung des Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul würden dann coordinirte Processe gewesen sein. Die Reduction konnte aber eben so gut später eingetreten sein, wie es bei der Bildung der Carbonate in den Klüften der Steinkohlen unzweifelhaft der Fall war. Für die Bildung des kohlensauren Eisenoxydul durch Reduction spricht das in den genannten Kohleneisensteinen noch vorhandene bis auf 8,26 Proc. steigende Eisenoxyd. Dafs dieses durch spätere Oxydation des kohlensauren Eisenoxydul entstanden sei, hat nicht die mindeste Wahrscheinlichkeit; denn da die genannten Eisensteine, selbst wenn sie mehrere Jahre an der Luft liegen, ihre schwarze Farbe *) nicht verändern, mithin ihr Oxydul nicht in Oxydhydrat umgewandelt wird: so konnte diese Oxydation noch viel weniger eingetreten sein, als sie, zwischen Kohlensandstein und Schieferthon eingeschlossen, gegen den Zutritt der Luft geschützt waren.

Der bedeutende Gehalt an Eisenoxyd in den Aschen der Steinkohlen I, III und IV (S. 1770) zeigt endlich, dafs so grofse Quantitäten von kohlensaurem Eisenoxydul, als die vorstehenden Kohleneisensteine enthalten, durch Reduction des Eisenoxyd in solchen Steinkohlen entstehen können. Beispielsweise haben wir die Zusammensetzung der Asche I und III berechnet, wenn sich das Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul umwandelte; I giebt die Zusammensetzung A, III giebt B. Subtrahirt man von II, III, IV und V die Kohle und das Wasser; so erhält man die Zusammensetzung von C, D, E und F.

*) Es ist interessant zu sehen, wie die Kohle das kohlensaure Eisenoxydul, selbst, wenn dieses der Luft ausgesetzt ist, gegen Oxydation schützt.

	A	B	C	D	E	F
Kohlens. Eisenoxydul .	80,62	63,59	91,96	78,85	82,42	79,86
„ „ Manganoxydul	—	—	0,25	—	0,92	—
„ „ Kalk . . .	—	—	1,21	—	—	3,31
„ „ Magnesia . .	—	—	2,97	7,34	4,32	3,59
Schwefels. Kalk . .	1,61	0,42	0,06	—	—	—
Kieselsäure	11,55	25,03	—	—	2,26	—
Thonerde	3,94	6,64	0,91	—	0,61	—
Eisenoxyd	—	—	1,54	12,45	9,15	9,54
Kalkerde	1,69	2,75	—	—	0,17	—
Magnesia	0,19	1,28	—	—	0,15	—
Kali	0,40	0,06	—	—	—	—
Natron . . . , . .	—	0,23	—	—	—	—
Kieseliger Rückstand .	—	—	1,10	1,36	—	3,70
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Steinkohlen, welche erdige Bestandtheile, wie die von Kremers analysirten enthalten, können daher durch Reduction des Eisenoxyd Kohleneisensteine geben, welche in Beziehung auf ihren Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul den von Schnabel analysirten sehr nahe kommen. Da bis jetzt überhaupt nur wenige Steiukohlen-Aschen analysirt wurden: so ist schwerlich anzunehmen, dafs gerade die eisenreichsten ausgewählt worden sein sollten. Der Eisengehalt darf daher in anderen Steinkohlen-Aschen nur sehr wenig steigen, um das Maximum an kohlensaurem Eisenoxydul in obigen Kohleneisensteinen zu erreichen oder es noch zu übertreffen *). Was die übrigen in denselben nur in geringen Mengen vorkommenden Basen betrifft: so finden sie sich in den Steinkohlen-Aschen zum Theil gleichfalls nur in geringen Mengen. Solche bedeutenden Quantitäten Kieselsäure, wie in diesen Aschen, treffen wir freilich

*) Eine Steinkohlen-Asche wie die von IV (S. 1770) würde, wenn bei der Reduction der bedeutende Gehalt an 19,22 Proc. Kalk durch die Gewässer fortgeführt würde, 82 Proc. kohlensaures Eisenoxydul geben. Noch mehr würde diese Menge steigen, wenn der kohlensaure Kalk später durch kohlensaures Eisenoxydul, welches Gewässer zuführten, verdrängt werden sollte.

nicht in den Kohleneisensteinen an; indeſs steigt doch im Kohleneisenstein V ihre Menge bis auf 27 Proc., wenn man die Kohle und das Wasser subtrahirt.

In D, E und F ist der Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul sehr nahe derselbe; auch die anderen Carbonate und Basen finden sich ziemlich nahe in gleichen Verhältnissen. Das Material, aus dem diese Kohleneisensteine hervorgegangen sind, war daher gewiſs ziemlich von gleicher Beschaffenheit, besonders wenn man berücksichtigt, daſs die Differenzen, welche sich in den Umwandlungsproducten zeigen, hauptsächlich Folgen der durch äussere Einflüsse modificirten Umwandlungsprocesse sind. Die bedeutenden Schwankungen im Kohlengehalte der untersuchten Kohleneisensteine zeigen jedoch, daſs die unorganischen Substanzen von nahe gleichem qualitativen und quantitäten Gehalte mit sehr ungleichen Kohlenmengen verbunden waren. Vorherrschend waren jene: denn sonst hätten sich nicht so reiche Eisensteine bilden können. Die Untersuchung der Aschen-Bestandtheile in dem Kohlenflötze, welches muthmaaſslich an die Stelle der Eisensteine tritt, würde vielleicht Licht auf deren Bildung werfen; denn sollten sie das Eisenoxyd in so vorherrschender Menge enthalten, wie die Eisensteine das kohlensaure Eisenoxydul: so würde die Vermuthung, daſs dort ursprünglich das in der Steinkohlenformation gar nicht seltene Verhalten statt gefunden habe, daſs nämlich in demselben Kohlenflötze die reinen Kohlen durch Aufnahme von immer zunehmenden unorganischen Substanzen nach und nach in unbrauchbare übergehen. Unter dieser Voraussetzung würden an den Stellen, wo wir in demselben Flötze reiche Eisensteine finden, ehemals arme, d. h. mit groſsen Mengen unorganischer Substanzen erfüllte Steinkohlen vorhanden gewesen sein, während an anderen Stellen, wo reiche Steinkohlen mit so geringem Gehalte an unorganischen Bestandtheilen wie in I, II a und II b (S. 1770) vorkommen, die Umwandlung des Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul zwar auch von Statten gegangen sein konnte, sie aber durch die chemische Analyse kaum nachzuweisen sein würde.

Nach allem diesen ist die Wahrscheinlichkeit der Bildung des kohlensauren Eisenoxydul in den Kohleneisenstei-

nen durch Reduction viel gröfser, als die seiner Einführung durch Gewässer.

Da sich nach Taylor's Analysen (S. 1771) die Zusammensetzung der Steinkohlen-Aschen der des Thons und Schieferthons, welche mit den Steinkohlen-Flötzen wechseln, nähert: so ist zu vermuthen, dafs auch die Lager, welche mit den Steinkohlen wechseln, deren Aschen, nach Kremers Analysen (S. 1770) so sehr reich an Eisenoxyd sind, viel davon enthalten werden. Sind diese Lager so reich an organischen Ueberresten, wie z. B. der bituminöse Schieferthon IV (S. 1771): so waren auch in ihnen die Bedingungen zur Umwandlung des Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul gegeben; daher das manchmal so bedeutende Vorkommen des letzteren im Schieferthon. Da dieses Eisenerz vorzüglich in denjenigen Schieferthonlagern, welche das unmittelbar Hangende der Kohlenflötze bilden*) gefunden wird: so zeigt diefs, dafs, nach dem Absatze der letzteren, noch viel vegetabilischer Detritus mit den unorganischen Theilen, welche das Material für den Schieferthon lieferten, abgesetzt und mithin ein bituminöses Gestein gebildet wurde.

Wurden die Calamiten mit Sedimenten erfüllt, welche so reich an Eisenoxyd waren, wie die mehrmals angeführten Steinkohlen-Aschen: so wurden die mit ihnen verknüpften Sphärosiderite gleichfalls durch Reduction gebildet. Da die Sphärosiderit-Nieren manchmal auch Fisch- und Pflanzenabdrücke umschliefsen, und überhaupt nicht selten Ueberreste von Pflanzen, Fischen, Sauriern und Koprolithen vorkommen: so haben diese organischen Ueberreste, von denen auch der in der Mitte der Nieren bisweilen in reichlicher Menge enthaltene phosphorsaure Kalk herrührt **), die Bildung des kohlensauren Eisenoxydul veranlafst.

Was von der Bildung des kohlensauren Eisenoxydul in der Steinkohlenformation gilt, das hat auch Bezug auf die in der Braunkohlenformation in so bedeutenden Lagern vorkommenden thonigen Sphärosiderite. Ein Thonlager in dieser Formation, welches so reich an Eisenoxyd wäre, wie die

*) Naumann's Geognosie Bd. II. S. 480.

**) Ebend. S. 481.

Asche der Braunkohle V (S. 1770), würde 48 Proc. kohlensaures Eisenoxydul, und mit den übrigen Bestandtheilen der Asche thonigen Spärosiderit geben.

Quarz in seinen verschiedenen Modificationen, als Chalcedon, Hornstein u. s. w., Eisenspath und sogar Eisenkies, also gerade diejenigen Substanzen, welche Versteinerungsmittel der Pflanzensubstanzen sind, kommen in Formen von Kalkspath vor. Der kohlensaure Kalk kann daher von ihnen verdrängt werden. Findet sich auch kohlensaurer Kalk nicht häufig in der Asche der Steinkohlen: so giebt es doch Aschen, in denen der Kalk bis auf 25 Proc. steigt (S. 1768) und der Thoneisenstein VII (S. 1834) enthält gleichfalls kohlensauren Kalk. Es kann daher gedacht werden, dafs kohlensaurer Kalk, der ursprünglich Pflanzensubstanzen versteinert hatte, später und lange nach dem Erheben einer Steinkohlenformation über das Meer, durch die genannten Substanzen, und namentlich durch hohlensaures Eisenoxydul, verdrängt wurde. Das von R. Walker *) analysirte fossile Holz aus einem Sandsteinbruch bei *Craigleith*, welches aus 50,36 kohlensaurem Kalk, 24,65 kohlensaurem Eisenoxydul, 17,71 kohlensaurer Magnesia und 6,15 Kohle, Kieselsäure und Wasser bestand, zeigt, dafs mehrere Carbonate gleichzeitig als Versteinerungsmittel auftreten können. Est ist aber auch denkbar, dafs kohlensaurer Kalk das ursprüngliche Versteinerungsmittel war, und dafs dieses später von kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul zum Theil verdrängt wurde.

Ausser den angeführten Versteinerungsmitteln hat man keine anderen bis jetzt im Kohlengebirge angetroffen. Holz fand man aber im Liaskalk (Bd. I. S. 600) und einen Coniferen-Zapfen in tertiären Schichten durch Barytspath versteinert. Diese Zapfen kommen auch durch Gyps versteinert vor **).

*) Edinburgh new Philos. Journ. T. XVIII. P. 363.

**) Blum Nachtrag I zu den Pseudomorphosen des Mineralreichs S. 176 und Göppert im n. Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. S. 24. Bemerkenswerth ist, dafs jenes Holz da, wo sich der Barytspath findet, in Pechkohle umgewandelt ist. Diese liegt auch mitten im Barytspath.

Incrustationen vorweltlicher Pflanzen kommen viel seltener als Versteinerungen durch Imprägnation vor. Die Pflanzentheile bilden Abdrücke in der incrustirenden Masse und sie selbst findet man in ein braunes Pulver zersetzt. Nur sehr selten ist die innere organische Beschaffenheit derselben noch erkennbar. Kieselsäure und kohlensaurer Kalk sind die gewöhnlichen Substanzen, welche im aufgelösten Zustande incrustirend gewirkt haben; aber auch suspendirte Theile (Schieferthon, Thonschiefer u. s. w.), haben und noch häufiger, Abdrücke von Pflanzentheilen bewirkt.

Die in der Steinkohlen-Formation vorkommenden Baumstämme, welche zum Theil aufrecht stehen, und im Innern mit demselben Gestein erfüllt sind, welches sie aussen umgiebt, und deren Rinde in Steinkohle umgewandelt ist *), erregen ein besonderes Interesse. Nöggerath **) sammelte, was hierüber früher bekannt war, und fügte neuere, bei *Welleswciler* in der Steinkohlen-Formation von *Saarbrücken* gemachte Entdeckungen hinzu. Zwischen zwei Stein-

*) Nach Göppert (Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Bd. III. S. 294) ist in der Steinkohlenformation von *Oberschlesien* Thoneisenstein, in *Niederschlesien* ein sehr weicher, an der Luft bald zerfallender Schieferthon, in dem Uebergangsgebirge bei *Landshut* in *Schlesien* ein mehr oder minder grobkiesiges Conglomerat die Ausfüllungsmasse; daher ist auch in jenen ersteren Orten die natürliche runde Form des Stammes am besten erhalten. In *Oberschlesien* ist die Rinde des Stammes wie die der Achse im Innern aus einer mehr oder minder dicht anliegenden, kohligen Masse gebildet. Im Uebergangsgebirge bei *Landshut* findet man, wie an allen dort vorkommenden Stämmen, nur einen schwachen, leicht entfernbaren anthracitähnlichen Staub. Die Conservation der Rinde der Baumstämme erklärt sich daraus, dafs auch bei noch jetzt lebenden Stämmen das Gewebe derselben am längsten der Fäulnifs widersteht. Göppert (Poggendorff's Annal. Bd. LXXXVI. S. 483) macerirte Arum arborescens sechs Jahre lang; die Rinde hatte sich vollständig erhalten, während die Gefäfsbündel ganz aufgelöst waren.

**) Ueber aufrecht im Gebirgsgestein eingeschlossene fossile Baumstämme 1819. Fortgesetzte Bemerkungen 1821. Naumann's Geognosie Bd. II. S. 545.

kohlen-Flötzen, welche durch eine 49 Fufs mächtige Schicht von Sandstein und sandigem Schieferthon von einander getrennt waren, fand sich fast in der Mitte derselben ein senkrecht stehender versteinerter Baumstamm von 9 Fufs 8 Zoll Höhe und 13 bis 18 Zoll Durchmesser. An anderen Stellen wurden später noch sieben ähnliche versteinerte Baumstämme und im Innern von zweien derselben mehrere Pflanzenabdrücke *), zum Theil auch schilfartige Stengel mit einer dünnen Steinkohlenhülle gefunden. Einer von diesen Baumstämmen, ohne Wurzelenden, aber auch ohne scharfe Trennung vom Gestein, stand, so weit das untere Ende zu erkennen war, 14 bis 21 Fufs über einem Steinkohlenflötze im Schieferthon. Ein anderer gleichfalls im Schieferthon gestandener Baumstamm ruhte unmittelbar auf einem ½ Zoll mächtigen Steinkohlenflötz, unter welchem sich wiederum Schieferthon befand. In der Steinkohlengrube *Hohlwald*, unweit *Wellesweiler*, wurde ein Baumstamm von 2½ F. Durchmesser bis zu einer Höhe von 8½ F. entblöst. Er stand ebenfalls im Schieferthon innerhalb zweier Steinkohlen-Flötze. In der Grube *Geislautern* fand man einen versteinerten Baumstamm, welcher ungefähr 3 Fufs Durchmesser gehabt haben soll. Er stand unmittelbar auf einem Steinkohlenflötze, ohne

*) Auch von Schlottheim (Beiträge zur Flora der Vorwelt. S. 21) erwähnt solche Pflanzenabdrücke in versteinerten Stämmen. — In einer hohlen Buche, welche noch kräftig vegetirte, fand ich an den innern Wänden viele Wurzeln, wovon eine unfähr ¼ Zoll dick war, angewachsen. Sie verbreiteten sich in der durch Vermoderung entstandenen Holzerde. Stengel in versteinerten Baumstämmen können daher auch von solchen Wurzeln herrühren. Blätter finden sich in den hohlen Bäumen in grofser Menge.

Ich weifs nicht, ob diese Erscheinung schon von Botanikern beobachtet worden ist. Die Natur scheint sich dieses Mittels zu bedienen, um solchen kranken Bäumen Nahrungsstoffe von innen und zwar auf Kosten ihres eigenen verfaulten Holzes zuzuführen, und daher mag es kommen, dafs, obgleich häufig nur die Rinde der Baumstämme noch übrig geblieben ist, dennoch die Vegetation noch kräftig fortschreitet. Vielleicht ist diefs die Ursache der bedeutenden Abnahme des Volumens des Holzes, wenn Baumstämme in ihnen faulen (S. 1794).

dafs man in demselben eine Spur von Wurzeln wahrnehmen konnte.

Schmidt*) beschrieb eine aufrecht stehende ungefähr 7 Fufs hohe versteinerte Pflanze, welche bei Kloster *Rumbeck* unweit *Arnsberg* in einer sandigen Schieferthon-Schicht von gleicher Höhe gefunden wurde. Auf dem Schafte desselben safs ein in Sphärosiderit umgewandelter Knopf, der den, auf dem Schieferthon ruhenden Kohlensandstein fast berührte. Die büschelförmige Wurzel war kaum noch wahrzunehmen. Graf von Sternberg gab von einem aufrecht stehenden fossilen Baumstamme ohne Wurzelenden in der Herrschaft *Radnitz* in *Böhmen* Nachricht, dessen Unterlage Schieferthon war, welcher auf einem 4 Zoll dicken Steinkohlenflötz ruhte.

Hawkshaw **) beschrieb fünf fossile Baumstämme, welche durch einen Einschnitt auf der *Manchester* und *Bolton* Eisenbahn entblöst wurden; sie standen aufrecht auf der Schichtungsfläche des Kohlenflötzes und ihre Wurzeln entsprachen gleichfalls denselben. Der gröfste von ihnen hatte unten 5 Fufs Durchmesser und 11 Fufs Höhe.

Vor einigen Jahren fand man in einem Einschnitte der *Saarbrücker* und *Bexbacher* Eisenbahn viele fossile Baumstämme. Einer derselben, ein mit Wurzeln versehener Stamm von 9—11 Zoll Höhe und 15—21 Z. Durchmesser, ist im Museum der Universität zu *Bonn* aufbewahrt. Er stand 28 Fufs unter der Dammerde senkrecht auf einer, aus thonigem Kohlensandstein und Schieferthon bestehenden Schicht, welche ihn 8 Fufs hoch bedeckte ***).

Die Zusammensetzung eines von einem Wurzelende dieses Baumstammes abgeschlagenen Stückes ist nach meiner Analyse

*) Nöggerath a. a. O. S. 52.

**) Procedings of the geological Society. London No. 64 and 69.

***) Göppert in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Bd. III. S. 285. — Göppert beschreibt noch ein anderes Stammbruchstück aus der Steinkohlen-Formation bei *Waldenburg*, welches mit Schieferthon ausgefüllt und mit runzlicher Rinde und Narben der Stigmaria bedeckt war.

Kieselsäure	62,37	
Thonerde	18,64	
Eisenoxyd	7,82	
Kalkerde	0,12	
Magnesia	0,57	
Organische Substanzen . .	1,51 *)	
Wasser	4,76	Glühverlust
Alkalien und Verlust . . .	4,21	
	100,00	

Diese Zusammensetzung kommt der der Schieferthone II und III S. 1662 so nahe, dafs jene Ausfüllungsmasse nur für Schieferthon mit dem geringsten Kieselsäure-Gehalt zu halten ist. Der Baumstamm kann daher nur durch die im Wasser suspendirt gewesenen Theile erfüllt worden sein, und derselbe Fall hat ohne Zweifel bei allen Baumstämmen dieser Art statt gefunden.

Auf welche Weise solche auf mechanischem Wege versteinerte Baumstämme entstanden sind, darüber herrschen verschiedene Ansichten. Nöggerath und mehrere andere Naturforscher sind der Meinung, dafs sie in der Gegend ihres Vorkommens und sogar oft da, wo wir sie finden, gewachsen seien. Joh. von Charpentier **) ist dagegen der Ansicht, dafs sie dahin, wo wir sie finden, geführt worden seien.

Nach der ersten Annahme würde zwischen der Bildung der Schichten, auf denen die Bäume gewachsen wären, und denen, in welchen sie gefunden werden, ein so langer Zeitraum verflossen sein, als das Wachsthum so dicker Bäume erfordert hätte. Während dieses Wachsthums würden jene Schichten über dem Meere gewesen, später unter dasselbe gesunken sein. Da die bisherigen Beobachtungen keine bestimmte Grenze zwischen den Schichten, worauf die Bäume gewach-

*) Die organischen Substanzen sind etwas zu gering bestimmt; denn die ausgeschiedene Kieselsäure war grau, und wurde erst nach starkem Glühen weifs.

**) Bibl. univ. 1818. T. IX. P. 254.

sen wären, und denen, in welchen sie sich finden, nachweisen: so müfste das Material für beide sedimentäre Bildungen identisch gewesen sein. Wenn auch die oft so mächtigen Schichten in der Steinkohlen-Formation eine Unveränderlichkeit der im Meere suspendirt gewesenen erdigen Theile während langer Zeiträume voraussetzen: so scheint es doch, dafs irgend eine Verschiedenheit zwischen Schichten, deren Bildung in so weit aus einander gelegene Zeiträume fällt, wahrgenommen werden müfste.

Denken wir uns, dafs eine mit Wald bewachsene Schicht von gleicher Dicke und in horizontaler Lage so gleichförmig sinkt, dafs sie auch noch unter dem Meere ihre horizontale Lage beibehält; denken wir uns ferner, dafs diese Schicht durch neue Absätze des Meeres an Dicke gleichförmig zunimmt: so wird der ursprüngliche Parallelismus zwischen Hangendem und Liegendem nicht gestört. Sinkt aber eine mit Wald bewachsene Schicht ungleichförmig, so dafs sie unter dem Meere eine geneigte Lage annimmt, und wird dieselbe gleichförmig mit neuen Absätzen bedeckt: so convergirt die neue Schicht mit der alten. Da die Schichten der Steinkohlen-Formation ihre Dicke auf weite Strecken beibehalten: so möchte eine solche Convergenz leicht zu beobachten sein. Der Parallelismus oder Nichtparallelismus zwischen der alten und neuen Schicht wird auch dann noch unverändert bleiben, wenn spätere Hebungen oder Senkungen die ganze Steinkohlen-Formation aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht haben. Gleichförmige Senkungen oder Hebungen gehören zu den grofsen Seltenheiten, wie die aufgerichteten Schichten und die Hebung von *Schweden* zeigen. Es ist daher zu erwarten, dafs Hangendes und Liegendes einer Schicht, in welcher aufrecht stehende Baumstämme vorkommen, viel häufiger convergiren, als parallel laufen würden. Ob jene Convergenz an irgend einer Stelle, wo man solche Baumstämme gefunden hat, bemerkt worden ist, ist uns nicht bekannt. Sollte sie sich irgendwo zeigen: so würde diefs einen Beweis abgeben, dafs solche Bäume wirklich an dem Orte ihres Vorkommens gewachsen wären. Sollte aber überall Liegendes und Hangendes, welche eine solche Schicht einschliefsen, in parallelen Lagen gefunden werden; so würde diefs ein

Gegenbeweis sein. Es ist daher sehr zu wünschen, dafs Geologen an solchen Stellen, wo versteinerte aufrecht stehende Baumstämme gefunden werden, die in Frage stehenden Verhältnisse so weit ermitteln möchten, als sie sich ermitteln lassen.

Wo Vegetation statt findet, da bildet sich Dammerde. Alles Laub, alle Aeste, welche in einem Urwald von den Bäumen abfallen und vermodern, liefern sie. Hätte auf dem Schieferthon auch nur eine einmalige Baumvegetation statt gefunden: so würde schon eine nicht unbeträchtliche Schicht Dammerde, welche sich unter dem Meere in Steinkohle umgewandelt haben würde, entstanden sein. Diese Schicht müfste sich abwärts von dem untern Ende der versteinerten Baumstämme finden, wie diefs Bäume, deren Wurzeln durch herabgestürztes Erdreich entblöfst sind, zeigen. Wo sich solche, wenn auch nur einige Zoll dicke Kohlenlagen finden, ist die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dafs die fossilen Baumstämme am Orte ihres Vorkommens gewachsen seien. Wo sie sich nicht finden, könnte man annehmen, die Pflanzenüberreste seien, während der Senkung unter das Meer, von den Fluthen weggespült worden. In diesem Falle müfste mit dieser Senkung eine heftige Bewegung des Meeres zusammen getroffen sein; denn wäre sie bei stillem oder nur wenig bewegtem Wasser von Statten gegangen: so würden die Pflanzenüberreste bald von den mechanischen Absätzen des Meeres bedeckt worden sein. Da Senkungen als Folgen von Erdbeben gedacht werden können: so läfst sich zwischen ihnen und heftigen Bewegungen des Meeres ein Causalnexus begreifen. Da aber Erdbeben nur einen kurzen Verlauf haben: so fehlt es an der, zum Wegspülen einer mehr oder weniger mächtigen Lage vegetabilischer Reste nöthigen Zeit. Trat bald hierauf wieder Ruhe ein: so würden wenigstens, ehe alles weggespült worden wäre, die Absätze begonnen haben, und man müfste noch Spuren von jenen Resten an den Wurzeln der versteinerten Baumstämme finden.

Der so häufige aufrechte Stand der fossilen Baumstämme scheint der Ansicht, dafs dieselben am Orte ihres Vorkommens gewachsen seien, eine wesentliche Stütze zu leihen. Dafs sich auch im Treibholze aufrecht stehende

Baumstämme finden, ist im Vorhergehenden durch mehrere Beispiele nachgewiesen worden. Es läfst sich übrigens die Nothwendigkeit zeigen, dafs sie unter gewissen Umständen in dieser Stellung auf den Meeresgrund gelangen können. In einem bis zu seinen Wurzeln hohlen Baumstamme fällt der Schwerpunkt unterhalb der Stelle, wo sich die Höhlung endigt. Ein solcher Stamm wird in aufrechter und sogar in vollkommen senkrechter Stellung schwimmen, wenn seine entgegen liegenden Wurzeln von gleicher Länge und Dicke sind. Da letzteres gewifs nur äusserst selten der Fall sein wird: so werden die schwimmenden Stämme meist von der senkrechten Stellung mehr oder weniger abweichen. In derselben Stellung, in welcher sie schwimmen, kommen sie aber auf den Meeresgrund, wenn sie untersinken. Ist der Meeresgrund horizontal, liegen die Wurzelenden in einer Ebene: so kommen sie selbst dann in senkrechte Stellung, wenn sie nicht in derselben schwammen. Finden diese Bedingungen nicht statt, so wird ihre Stellung auf dem Meeresgrunde mehr oder weniger von der senkrechten abweichen.

In dem oben (S. 1845) erwähnten fossilen Baumstamme ist der Abstand zwischen den längsten Wurzelenden etwas mehr als zweimal so grofs als sein Durchmesser, und 3½ so grofs als seine Höhe. Sein Schwerpunct würde daher, wenn er auch nicht hohl gewesen sein sollte, noch unterhalb seiner halben Höhe gefallen sein. Ein solcher Stamm konnte nur aufrecht schwimmen und in dieser Stellung auf den Meeresgrund kommen. Ein Stamm einer Kiefer von 2¼ Z. Durchmesser, der 2½ Z. über den Wurzeln abgeschnitten wurde und eine 7 Z. lange Pfahlwurzel hatte, und in welchem der Abstand zwischen den längsten Wurzelenden 12 Z. betrug, schwamm aufrecht im Wasser, jedoch in nicht ganz senkrechter Stellung, weil eine von den Wurzeln viel dicker als die anderen war. Nachdem die Pflahlwurzel etwas beschwert worden, sank er unter und stand auf dem Grunde des Teiches aufrecht.

Baumstämme mit kleinen Wurzeln und von bedeutender Höhe, in welchen der Schwerpunkt weit über ihre Wurzeln fällt, und noch weniger Baumstämme ohne Wurzeln, können nicht aufrecht schwimmen, wenn sie nicht etwa zu-

fällig zwischen grofsen Massen von Treibholz eingeklemmt sind; sie können daher nur in horizontaler Lage auf den Grund des Meeres gelangen. Finden sich gleichwohl hohe und dünne fossile Baumstämme, mit oder ohne Wurzeln, aufrecht in den Gesteinen der Kohlenformation, wie z. B. im Kohlensandsteine von *le-Treuil* bei *St. Etienne*: so hält es schwer, sich das Niedersinken solcher Baumstämme in solcher Stellung während des Absatzes des, sie umhüllenden Gesteins zu denken. Jedoch der Umstand, dafs sich die Wurzeln in einem verschiedenen Niveau befinden, so wie überhaupt die ganze Art der Erscheinung dieser Stämme widerspricht, wie schon Constant Prévost und Lindley bemerkt haben, der Ansicht, dafs sie sich an ihrem ursprünglichen Standorte befinden. Auch in dem von Richard Brown mitgetheilten Profil von der Kohlenformation von *Sydney* auf *Cape-Breton* sieht man, dafs das zweite System der Wurzeln der dortigen aufrecht stehenden Stämme gleichfalls in verschiedenen Niveau's in der Schieferthonschicht liegt. Kommen endlich, wie im Hangenden der *Appalachian*-Kohlenformation und an anderen Orten fossile Baumstämme in allen Lagen vor (S. 1825): so gewinnt die Vorstellung, dafs sie als Treibholz herbeigeführt worden sind, in hohem Grade den Vorzug. Wenn auch in einem Urwalde neben noch vegetirenden Bäumen abgebrochene in allen Stellungen vorkommen: so werden beim Niedersinken unter das Meer doch nur die mit ihren Wurzeln befestigten ihren Stand behaupten, die übrigen lose liegenden Bäume aber schwimmen. Sinken diese später nieder: so können sie gewifs nicht in eine schiefe Stellung kommen.

Fassen wir alles zusammen, so können wir nur die Ansicht gewinnen, dafs die fossilen Baumstämme theils von, im Meere untergesunkenen Wäldern, theils von auf demselben schwimmenden Treibholz herrühren mögen. Und warum sollte nicht beides möglich sein, da untermeerische Wälder, wie schwimmende Baumstämme, bekannte Erscheinungen sind? — Lyell *) führt mehrere Beispiele an. Diese Wäl-

*) Principles P. 288, 309 und 719.

der mufsten durch eine allgemeine Senkung des Grundes, auf dem sie gewachsen waren, in ihre dermalige Lage gekommen sein. Ein solcher Wald, der 15 bis 20 Fufs hoch mit abgesetztem Thon bedeckt war, wurde mehrere Meilen von der nördlichen Küste der Grafschaft *Fife*, entdeckt.

Der Ansicht Nöggerath's, dafs es hohle Bäume waren, die mit sedimentären Substanzen ausgefüllt wurden, müssen wir beipflichten. Hawkshow bemerkt indefs ganz richtig, dafs grofse Bäume schwerlich hohle Rohre gewesen sein können. Da die Art dieser Bäume auf ein wärmeres Klima zur Zeit ihres Wachsthums schliefsen läfst, als es jetzt an den Orten ihres Vorkommens herrscht: so mufsten die durch Sturm abgebrochenen Bäume durch Vermoderung sehr schnell zerstört werden, während ihre Rinde sehr lange unveränderlich bleiben konnte.

Wir bezweifeln jedoch nicht ganz die Möglichkeit, dafs nicht auch Pflanzen, welche, wie die Calamiten, grofse Zellen enthalten, mit Sedimenten erfüllt werden konnten. Gehen die im Flufswasser suspendirten erdigen Theile sogar durch Filtrirpapier: so gelangen sie auch in Zellen, und setzen sich darin ab; ganze Pflanzen und Stengel, die sich, wie wir gesehen haben, in versteinerten Baumstämmen finden, können aber nicht in solche Zellen dringen.

Dafs in untermeerischen Wäldern hohle Bäume, an denen es wohl nicht gefehlt haben wird, mit Thon ausgefüllt worden sein werden, ist unzweifelhaft. Was würde sich aber wohl zeigen, wenn der Boden solcher untermeerischer Wälder einstens über das Meer erhoben werden sollte? — Nur diejenigen Bäume würden mit Thon ausgefüllt erscheinen, welche vor dem Niedersinken hohl waren, die nicht hohl gewesenen, deren Zahl, wenn man nach dem Verhältnisse jener zu diesen in unsern Wäldern schliefst, viel gröfser, als die der hohlen gewesen sein würde, würden sich in kohlige Substanzen umgewandelt haben. Sowohl die mit Thon ausgefüllten, als die ganz verkohlten Baumstämme könnten ihre aufrechte Stellung beibehalten haben. Erfolgt aber die Senkung eines Waldes so langsam, dafs die Bäume für eine lange Zeit den Meeresfluthen ausgesetzt bleiben: so werden sie schwerlich ihre aufrechte Stellung beibehalten, sondern

umgestürzt werden und pell-mell zu liegen kommen. Dafs auch in diesem Falle die hohlen Bäume mit Sedimenten ausgefüllt werden können, ist nicht zu bezweifeln.

Man möchte gegen die Entstehung der mit Sedimenten ausgefüllten Bäume aus versunkenen Wäldern noch die Einwendung machen, dafs solche Bäume nur vereinzelt gefunden werden, und dafs die Wälder der Vorzeit gewifs eben so dicht gedrängt mit Bäumen waren, wie unsere heutigen Urwälder. Beachtet man indefs, dafs beim Steinkohlen-Bergbau die zwischen den Steinkohlen-Flötzen liegenden Schichten nur selten abgebaut, mithin versteinerte Bäume nur durch zufällige Umstände gefunden werden: so können wir dieser Einwendung nur ein geringes Gewicht beilegen. Uebrigens hat man in dem schon angeführten Einschnitte auf der *Saarbrücken-Bexbacher* Eisenbahn so viele versteinerte Baumstämme gefunden, dafs sie wie ein Wald erscheinen.

Gelangen hohle Bäume, deren Inneres mit vermoderten feinen Holztheilchen erfüllt ist, in das Meer: so werden diese vom Wasser herausgespühlt und sinken nieder. Aber auch die hohlen Bäume werden bald niedersinken; denn das vermoderte Buchenholz geht selbst in gröfseren Stücken im Wasser unter (S. 1810). Das Niedersinken wird um so leichter erfolgen, wenn Bäume und deren Wurzeln mit Steinen und Erde beladen sind. In diesem Falle sinken sie natürlich mit ihren aufwärts gerichteten Aesten nieder. So sind Baumstämme mit ihren abwärts gekehrten Wurzeln, welche in ihrer verticalen Stellung durch einen Strom fortgetrieben werden, im *Mississippi* gewöhnlich, und Bäume wurden während der Fluth im *Bagnien*-Thal fortgeschwemmt und zu *Martigny* aufrecht stehend abgesetzt*). Dafs in solche auf dem Boden des Meeres aufrecht stehende, hohle Baumstämme ebenso schwebenden Theile sinken werden als um sie herum, ist von selbst klar, und da Baumstämme in Wäldern nicht selten so ausgehöhlt werden, dafs fast nur die Rinde übrig bleibt: so stimmt diefs mit dem Vorkommen von fossilen Baumstämmen überein, deren Rinde in Kohle umgewandelt

*) De la Beche Geological Mannual P. 428.

ist. Da die oben (S. 1845) angeführten fossilen Bäume auf der *Manchester-Bolton* Eisenbahn, nach Rob. Brown, zu den Coniferen gehören: so können wir uns ihre Versteinerung nicht anders erklären, als dafs ihr Inneres erst durch Vermoderung entfernt worden ist.

Einen schwierig zu erklärenden Umstand führen wir noch an. Die hohlen Bäume in den Wäldern haben noch gesunde nicht hohle Wurzeln. Der im hiesigen Museum aufbewahrte Baumstamm, so wie wahrscheinlich alle fossile Baumstämme, die noch Wurzeln haben, ist aber bis zu den Wurzelenden mit Schieferthon erfüllt. So lange für diese Erscheinung keine bessere Erklärung gefunden wird, möchten wir den schwefelsauren Kalk im Meerwasser für das Mittel halten, dessen sich die Natur bediente, das Vegetabilische aus den Wurzeln zu verdrängen (S. 1827). Der kohlensaure Kalk, welcher durch gegenseitige Zersetzung des schwefelsauren Kalks und der Holzsubstanz entstand, könnte durch die Kohlensäure im Meerwasser fortgeführt worden sein, während die in demselben suspendirten Schieferthontheilchen den leeren Raum der zerstörten Wurzeln ausgefüllt hätten. Ging aber ein solcher Procefs in den Wurzeln von Statten: so ist er auch im Stamme der Bäume denkbar, und dann würde es möglich sein, dafs auf diese Weise selbst nicht hohle Bäume mit Sedimenten ausgefüllt worden wären. Immerhin müssen wir jedoch unbekannte Bedingungen voraussetzen, unter welchen vegetabilische Substanzen durch schwefelsauren Kalk zersetzt werden; denn wäre dieser Procefs ein allgemeiner: so könnte im Meere gar keine Steinkohlen-Bildung statt gefunden haben.

Die versuchte Erklärung findet ihre Anwendung, mögen sich die Baumstämme noch am Orte ihres Wachsthums befinden, oder mögen sie im Meere niedergesunken sein. In jenem Falle würde, da die Wurzeln noch in ihrem ursprünglichen Boden eingegraben gewesen wären, das Meerwasser einen beschränkten, in diesem Falle einen freien Zutritt gehabt haben. Die Verschiedenheit würde indefs die Erklärung der Versteinerung der Wurzeln in dem Boden, in welchem sie gewachsen sind, nicht erschweren. Aber der schon oben hervorgehobene Umstand, dafs die im Meerwas-

ser suspendirt gewesenen erdigen Theile in zwei weit von einander abliegenden sedimentären Perioden ganz identisch gewesen sein müfsten, tritt einer solchen Annahme abermals entgegen. Es ist, da sich durchaus keine Verschiedenheit zwischen dem Gestein, welches den Raum der zerstörten Wurzeln einnimmt, und dem der Umgebungen zeigt, die gleichzeitige Bildung beider Gesteine gewifs viel leichter, als die ungleichzeitige zu begreifen.

Die Umwandlung der vegetabilischen Substanzen in Steinkohle findet sich nicht selten mit einer Versteinerung combinirt. So kommen in den Braunkohlen, zum Theil mitten in denselben, steinartige braune Stücke vor, deren Kohlenstoff nicht für sich, sondern nur im Feuer verbrennt, wodurch die organische Textur hervortritt. Die äussere Form vieler solcher Trümmer zeigt überdiefs, dafs sie Stamm- und Aststücke von baumartigen Gewächsen sind. Diese halb verkohlten und gleichzeitig durch Kieselsäure oder Kalkerde versteinerten Massen finden sich beinahe in allen Formationen und begleiten die Kohlenflötze im Liegenden und Hangenden ihrer Thon- und Sandstein-Schichten. Auch viele der im Uebergangsgebirge vorkommenden, sogenannten versteinerten Hölzer uud selbst die kleinen verkohlten Pflanzentrümmer im Süfswasserkalk sind von dieser Art. Diese Massen unterscheiden sich demnach von den ganz versteinerten vegetabilischen Ueberresten darin, dafs in jenen die organischen Bestandtheile nur theilweise, in diesen gänzlich durch die in Gewässern gelösten mineralischen Substanzen verdrängt wurden.

Nachtrag zu S. 1770 und 1771.

Mein Sohn, Dr. Carl Bischof, benutzte die Gelegenheit, eine Suite von Handstücken so genannter versteinerter Kohlen aus der Steinkohlen-Formation von *Saarbrücken*, welche Carl Sello daselbst gesammelt und ihm gefälligst mitgetheilt hatte, der chemischen Analyse zu unterwerfen. Da eine Untersuchung dieser Art bis jetzt nicht vorliegt: so erschien es von besonderem Interesse, die Resultate dieser ausführlichen Arbeit, welche einiges Licht über die, nach dem Absatze der Kohlenflötze noch von Statten gegangenen Umbildungen in den Steinkohlen verbreiten, folgen zu lassen. Zunächst die von C. Sello gegebene Beschreibung des Vorkommens der versteinerten Kohlen, der ich hier und da einige Bemerkungen hinsichtlich der äusseren Kennzeichen der Handstücke hinzufüge.

I. Versteinerte und reine Kohle, jene von mattem, diese von muschlichem Bruche in einem Stück, aus dem Flötz No. 16 der Grube *Altenwald*. Sie kommt dort streifenweise in ungestörtem Flötze guter Kohlen und ohne irgend eine Beziehung zum Gebirgs-Verhalten vor. Das Hangende und Liegende dieses Flötzes ist Schieferthon.

Die reine (1. *a*) und die versteinerte Kohle (1. *b*) bilden eine scharfe geradlinige Grenze zwischen sich. In der ersteren findet sich an einer Stelle eine Zwischenlage von versteinerter Kohle, die sich auskeilt und am anderen Ende eine Breite von 1 Lin. hat. Dieser Keil geht nicht durch das ganze Handstück, sondern erscheint blofs als ein localer Einschlufs. Auf der versteinerten Kohle, so wie auf jenem Keil finden sich graulichweifse papierdicke Anflüge, welche mit Säuren brausen; in der unveränderten Kohle, zeigen sie sich nur hier und da auf den Absonderungsflächen beim Durchschlagen.

II. Versteinerte Kohle aus der Oberbank vom *Heinrichs*-Flötze der *Gerhardsgrube*. Die beiden Bänke dieses

Flötzes nehmen, auf einer Länge von 150 Ruthen, von beiden Seiten her symmetrisch und so stark ab, dafs das vorher 70 Zoll mächtige Flötz kaum mehr handhoch erscheint, während die Sohle unverändert fortgeht. Die Oberbank ist von der Unterbank durch eine nur 1 Zoll dicke Schieferbank getrennt, welche nach der Mitte hin gleichfalls, jedoch wenig schwächer wird; das Hangende dieser Oberbank ist wiederum eine schwache Schieferbank. Das Ganze ist von einem rothen Kohlensandstein bedeckt, der auch jene Furche ausfüllt.

Die Kohle ist ganz durchdrungen von einer braunen erdigen Masse, die lagenförmig mit der glänzenden Kohle wechselt.

III. Schwarzer Schieferthon aus der Unterbank des *Dilsburger*-Flötzes, welcher ohne Störung der Lagerung bis zu einer Mächtigkeit von 8 Zoll und mit allmäligem Uebergang in reine Kohle dazwischen liegt. Dieses Gestein erscheint als eine matte versteinerte Kohle, in welcher mikroskopisch kleine Pünctchen von glänzender Kohle eingesprengt sind. Auf den Absonderungsflächen findet sich Eisenkies, theils in dünnen Lagen, theils in einzelnen Parthien.

IV. Versteinerte Kohle vom *Auerswald*-Flötz in *Gersweiler*, in der Nähe von Sprüngen. Sie erscheint als ein Gemeng aus matter und glänzender Kohle; nur an einigen Stellen ziehen sich erdige, papierdicke, graulichweifse Streifen durch dieselbe.

V. Ein ähnliches Vorkommen, wie IV, aus dem Flötz No. 4 in *Altenwald*. Eine glänzende Kohle, welche aderförmig von einer graulichweifsen, erdigen Masse durchzogen ist.

VI. Versteinerte Kohle, unter ähnlichen Verhältnissen wie No. II vorkommend, vom *Eugen*-Flötz in *Altenwald*. Eine matte versteinerte Kohle mit sparsam eingesprengten glänzenden Pünctchen. Die erdige Masse hat hier die ganze Kohle durchdrungen; an einzelnen Stellen ist sie aber auch in dickeren Streifen abgesondert.

VII. Versteinerte Kohle vom *Jacob*-Flötz der *Redengrube*. Sie ist der von VI sehr ähnlich; nur hat die erdige

Masse noch mehr die ganze Kohle durchdrungen und sich weniger streifenförmig abgesondert.

Da die eingesprengten erdigen Theile von der Kohle nicht gesondert werden konnten: so wurden gröfsere Quantitäten gepulvert und das Pulver sorgfältig gemengt, um ein mittleres Verhältnifs zwischen den Gemengtheilen zu erhalten. Die davon genommenen Proben wurden in der Siedhitze des Wassers getrocknet. Da vorläufige Prüfungen die Gegenwart von Eisenoxydul nachgewiesen hatten: so wurde das Pulver mit Salzsäure, der etwas Salpetersäure zugesetzt worden, digerirt. Kalte Salzsäure bewirkte in 1.*a*, 1.*b* und III fast gar kein Brausen, welches von dem bedeutenden Gehalte an kohlensaurer Magnesia herrührte; die übrigen brausten aber schon in der Kälte mehr oder weniger stark. Die geringen Mengen Schwefelsäure scheinen durchgängig von unsichtbar eingesprengtem Eisenkies herzurühren; denn der Auszug durch reine Salzsäure enthielt keine Schwefelsäure. In den Analysen wurde diese Säure auf Schwefel reducirt. Das Eisenoxyd, die Thonerde und ganz geringe Mengen Kieselsäure, welche die Säure extrahirte, wurden zu den unlöslichen Bestandtheilen addirt. Ihre Menge ergiebt sich, wenn die eingeklammerten Zahlen in A. 1 von denen in A abgezogen werden. Dafs ausser den Carbonaten des Kalks und der Magnesia auch kohlensaures Eisenoxydul vorhanden war, ist nicht zweifelhaft. Da aber die directe Bestimmung der Kohlensäure nicht vorgenommen wurde, weil sie, wenigstens in denjenigen Proben, welche erst in der Hitze brausten, keine genauen Resultate gegeben haben würde: so läfst sich die Menge des Eisenoxydul, welche an Kohlensäure gebunden war, nicht angeben.

Die ausgewaschenen Rückstände von der Behandlung mit Säuren wurden mit chlorsaurem Kali, dem Kochsalz zugesetzt worden, nur bis zur Zersetzung jenes Salzes erhitzt, und der Rückstand, nach sorgfältigem Auswaschen, mit kohlensaurem Kali aufgeschlossen.

A von Säuren ausgezogene Bestandtheile.

B unlösliche Bestandtheile. Die angegebenen Farben sind die der Rückstände nach dem Einäschern.

C Kohle.

A. 1. Kohlensaure Erden. Die eingeklammerten Zahlen sind die Mengen dieser Erden nach Procenten der Kohlen als ein Ganzes.

B. 1. Die Zusammensetzung der erdigen Bestandtheile mit Einschlufs der Kohle, und nach Abzug der Carbonate.

Da die nach dem Verbrennen der Kohle erhaltenen Rückstände in denjenigen Proben, welche nur wenig davon enthielten, keine vollständigen Analysen gestatteten: so wurde Thonerde von Eisenoxyd nicht geschieden. Durch qualitative Prüfungen wurde aber ermittelt, ob beide nahe gleich, oder das eine oder das andere vorherrschend waren, und diefs in den Analysen bemerkt. Ebenso wurde angeführt, ob diese Prüfung die Gegenwart von Eisenoxydul ergab oder nicht: wenig oder viel bezeichnet das ungefähre Verhältnifs zum Eisenoxyd.

Schwefelwasserstoff zeigte weder in A noch in B eine Reaction. Beim Zerreiben der Probe in der Chalcedonschale zeigte sich kein Kratzen. Quarz war daher nirgends vorhanden.

	I, *a*	I, *b*	II	III
A	0,517	0,594	31,765	6,089
B	1,251	29,690	7,919	53,560
	gelb	grau	roth	weifs
C	98,232	69,716	60,316	40,351
	100,000	100,000	100,000	100,000

A. 1. Kohlens. Kalk	35,47	34,375	64,38	27,43
	(0,166)	*(0,099)*	*(18,56)*	*(0,40)*
„ Magnesia	64,53	65,625	35,62	72,57
	(0,302)	*(0,189)*	*(10,27)*	*(1,04)*
	100,00	100,00	100,00	100,00

B. 1. Kohle	98,69	69,92	84,83	40,94
Kieselsäure	0,84	15,94	5,23	28,27
Thonerde und Eisenoxyd	0,34	10,32	9,14	22,93
Thonerde	gleich	mehr	mehr	viel
Eisenoxyd	gleich	weniger	weniger	wenig
Eisenoxydul . . .	—	—	etwas	wenig
Manganoxyd	—	—	Spur	—
Kalk	0,03	—	0,38	0,31
Magnesia	Spur	0,12	0,02	0,01
Schwefel	—	—	0,16	0,29
Alkalien und Verlust	0,10	3,70	0,24	7,25[1]
	100,00	100,00	100,00	100,00

	IV	V	VI	VII
A	19,93	46,267	60,80	74,51
B	1,00	0,830	3,00	3,56
	schwarz	roth	roth	roth
C	79,07	52,903	36,20	21,93
	100,00	100,000	100,00	100,00
A. 1. Kohlens. Kalk	63,11	61,74	63,33	74,20
	(10,42)	*(24,53)*	*(35,91)*	*(49,82)*
„ „ Magnesia	36,89	38,26	36,67	25,80
	(6,09)	*(15,206)*	*(20,79)*	*(17,32)*
	100,00	100,00	100,00	100,00

1) Da hier der Verlust so bedeutend war: so wurde eine zweite Portion mit Flufssäure aufgeschlossen und 5,99 Proc. Kali gefunden. Eine so grofse Menge Kali in einer Steinkohle ist sehr bemerkenswerth.

B. 1.	Kohle	94,71	86,92	84,07	66,74
	Kieselsäure	0,59	1,39	3,58	5,78
	Thonerde und Eisenoxyd	3,95	11,68	11,07	26,14
	Thonerde	gleich	wenig	weniger	weniger
	Eisenoxyd	gleich	viel	mehr	mehr
	Eisenoxydul	wenig	viel	wenig	wenig
	Manganoxyd	—	—	—	viel
	Kalk	0,09	—	0,20	1,09
	Magnesia	0,06	Spur	0,10	Spur
	Schwefel	0,57	—	0,48	0,05
	Alkalien und Verlust .	0,03	0,01	0,50	0,20
		100,00	100,00	100,00	100,00

In vorstehenden Steinkohlen haben wir drei verschiedene Bildungen zu unterscheiden: 1) die der Kohle selbst, 2) die der in Säuren unlöslichen Bestandtheile und 3) die der beigemengten Carbonate. Die Kohlensubstanz und die unlöslichen Bestandtheile sind unstreitig gleichzeitige Absätze aus einem Meere, in welchem der vegetabilische Detritus und die schwebenden unorganischen Theile in veränderlichen Verhältnissen vorhanden waren. Wie schnell sich diese Verhältnisse wohl in den meisten Fällen geändert haben, zeigt die Vergleichung der beiden unmittelbar auf einander gefolgten Absätze I. *a* und I. *b*. Wie aus der obigen Beschreibung erhellet, zeigen sich hier nicht allmälige Uebergänge von der reinen Kohle in die versteinerte, sondern die Grenze zwischen beiden ist so scharf, dafs entweder eine Unterbrechung der Absätze überhaupt statt gefunden haben mufste, oder dafs plötzlich zu dem vorhandenen Gemenge der organischen und unorganischen Bestandtheile entweder ungefähr 28,4 Proc. der letzteren oder der ersteren zugetreten waren, je nachdem I. *a* oder I. *b* die ältere Bildung ist. Die Zusammensetzung der erdigen Bestandtheile ist in

	I. *a.*	I. *b.*
Kieselsäure	69,42	60,42
Thonerde und Eisenoxyd .	28,10	39,12
Kalkerde	2,48	—
Magnesia	—	0,46
	100,00	100,00

Beide kommen ziemlich mit den Schieferthonen (S. 1662) und namentlich mit denen in der Kohlenformation von *Saarbrücken* (II bis IV) so überein, dafs man beide für Schieferthone halten kann. Die Differenzen zwischen I *a* und I *b* würden vielleicht geringer ausgefallen sein, wenn nicht die sehr geringe Menge der unorganischen Bestandtheile in I. *a* deren genaue quantitative Bestimmung unsicher gemacht hätte. Wesentlich hatte sich also die Beschaffenheit der im Meere suspendirt gewesenen erdigen Theile nicht geändert, wenn der Fall statt gefunden haben sollte, dafs gröfsere Mengen von diesen zu dem vorhanden gewesenen vegetabilischen und unorganischen Detritus getreten waren.

Die Kalk- und Magnesia-Carbonate und das gewifs mehr oder weniger vorhandene kohlensaure Eisenoxydul sind ohne Zweifel spätere Infiltrationen. Aus der obigen Beschreibung geht deutlich hervor, dafs diese Carbonate gangartige Bildungen sind. Die vorhanden gewesene Kohle zerspaltete oder zerklüftete sich, Gewässer drangen ein und setzten die Carbonate ab. Unmöglich kann man aber denjenigen Carbonaten, welche in die Masse der Kohle selbst gedrungen waren, eine andere Bildungsart zuschreiben.

Dafs es dieselben Gewässer waren, welche in die, unmittelbar auf einander folgenden Lager I. *a* und I. *b* filtrirten, zeigt die Uebereinstimmung in den relativen Verhältnissen der beiden Carbonate in beiden Lagern. Die Infiltrations-Producte in II, IV, V, VI zeigen nahe das umgekehrte Verhältnifs zwischen beiden Carbonaten; sie stimmen aber unter sich ziemlich mit einander überein.

Da das Hangende der Kohlenlager Schieferthon ist; so ist in diesem zunächst der Ursprung der Carbonate zu suchen. Die Schieferthone II, III und IV (S. 1662) enthalten

keine Kalkerde oder blofs Spuren, in V beträgt sie nur 0,23 Proc. Die Magnesia schwankt aber zwischen 0,24 und 0,85 *). Sollte nicht dieser gänzlich fehlende, oder doch nur sehr geringe Gehalt dieser Erden in sedimentären Gesteinen davon herrühren, dafs früher vorhanden gewesene Kalk- und Magnesiasilicate entweder ganz oder doch gröfstentheils zersetzt und als Carbonate fortgeführt worden sind? — Dafs die aus dem Thonschiefer kommenden Quellen ihren Kalk- und Magnesia-Gehalt aus demselben extrahiren, ist bekannt, und diefs ist die Ursache, warum auch in diesem Gestein Kalk entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Mengen und auch Magnesia in nicht viel gröfseren vorhanden ist. Ebenso verhält sich's mit dem Schieferthon. Das Eisenoxydul-oxyd ist in manchen Schieferthonen gleichfalls eine kleine Gröfse, manche sind fast ganz eisenfrei. Wirft man einen Blick auf den meist bedeutenden Eisengehalt der schwebenden Theile der Flüsse (S. 1577, 1588 und 1591): so sieht man, dafs die dermaligen Absätze im Meere so eisenarm nicht sein können, wie jene Schieferthone. Extrahiren die Gewässer aus denselben Kalk und Magnesia: so extrahiren sie auch Eisenoxydul und Eiesenoxyd, da es an organischen Substanzen zur Reduction des letzteren nicht fehlt. So geschah es, dafs in den Schieferthonen, wenn sie ursprünglich ziemlich eisenhaltig gewesen waren, Kalk, Magnesia und Eisenoxydul sich nach und nach so vermindert hatten, dafs sie jetzt fast reine Thonerdesilicate sind, und eben defshalb so sehr für die Bereitung feuerfester Gesteine geschätzt werden. Es ist klar, dafs diese Extraction sehr begünstigt wurde, wenn, wie in den vorstehenden Fällen, durch irgend eine Ursache eine Zerspaltung und Zerklüftung der Kohlen bewirkt und dadurch das Eindringen der aus dem oberliegenden Schieferthon kommenden Gewässer erleichtert wurde.

Auffallend sind die bedeutenden bis auf 67 Proc. steigenden Quantitäten von Kalk- und Magnesia-Carbonat in II, V, VI und VII. Hier mufste das Volumen der Steinkohlen

*) In den Analysen der Thonsteine (S. 1662) hat sich später ein Rechnungsfehler gefunden. In II ist 0,60 statt 0,31 und in III 0,81 statt 0,52 Magnesia zu setzen.

nahe um 67 Proc. zunehmen, wenn nicht von ihrer Substanz entsprechende Antheile verdrängt wurden. Die oben beschriebenen anomalen Verhältnisse in II und VI machen es begreiflich, wie da, wo Furchen entstanden und die Kohlen fast in unmittelbare Berührung mit dem aufliegenden Kohlensandsteine gekommen sind, der Zutritt der infiltrirenden Gewässer in hohem Grade begünstigt wurde.

In IV bis VII steigt die Menge der Thonerde und des Eisenoxyd von 76 bis 89 Proc. vom Betrage der unauflöslichen erdigen Bestandtheile, und von diesen 89 Proc. beträgt das Eisenoxyd bei weitem mehr, als die Hälfte. Hätten diese Kohlen die erdigen Bestandtheile in bedeutendem Ueberschusse enthalten: so würden ebenso reiche Eisenerze, wie bei *Bochum* entstanden sein (S. 1834). An die oben (S. 1839) angeführten Beispiele von bedeutendem Eisengehalte in Steinkohlen-Aschen reihen sich daher die vorstehenden, und um so leichter wird daher die Erklärung der Bildung der Eisensteine in der Steinkohlen-Formation.

Sehr merkwürdig ist, dafs der Schieferthon III, welcher nur 40,4 Proc. Kohle enthält, allmälig in reine Kohle übergeht. Hier müssen also an verschiedenen Stellen des Meeres die schwebenden Theile gleichfalls so verschieden zusammengesetzt gewesen sein.

Eine von Carl Bischof gleichfalls unternommene Analyse eines Bergmittels aus dem Tiefbau vom *Karstenflötz* der Steinkohlen-Formation von *Saarbrücken* ergab eine anomale Zusammensetzung. Die Säuren zogen 94,17 Proc. aus, die Aschenbestandtheile betrugen 0,31 und die Kohle 5,52. Die löslichen Bestandtheile bestanden aus 79,96 kohlensaurem Kalk und 20,04 kohlensaurer Magnesia, und der Rückstand aus 1,91 Kieselsäure, 50,09 vorherrschend Eisenoxyd und Thonerde, 0,17 Kalk, Spuren von Magnesia und 47,83 Kohle. Dieses Bergmittel ist wohl nichts anderes als ein dolomitischer Kalkstein mit wenig Kohle. Das Gestein ist schwarz und von mehreren grauweifsen Adern von Carbonaten durchzogen; an einigen Stellen finden sich auch Adern von glänzender Kohle.

Kapitel VIII.

Erze.

Die schweren Metalle kommen, mit Ausnahme der edlen, wie die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden, (leichte Metalle) mit Sauerstoff und theilweise auch mit Salzbildern verbunden im Mineralreiche vor. Die Oxyde der schweren Metalle, welche Salzbasen sind (elektropositive Metalloxyde) finden sich, wie die Alkalien und alkalischen Erden, in Verbindung mit Kieselsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure, so wie mit den Metallsäuren, den elektronegativen Metalloxyden. Unter den Alkalien und Erden ist es dagegen nur der Kalk, selten die Yttererde und Zirkonerde, die Verbindungen mit Metallsäuren eingehen.

Eigenthümlich ist es den schweren Metallen, dafs die Mehrzahl derselben mit Schwefel verbunden, und dafs die, nach dem Eisen, am meisten verbreiteten vorzugsweise in dieser Verbindung gefunden werden, während die alkalischen und alkalisch-erdigen Metalle in festen Verbindungen mit Schwefel gar nicht vorkommen. Diefs rührt davon her, dafs die Verbindungen der schweren Metalle mit Schwefel zu den schwerlöslichsten, nach chemischen Begriffen ganz unlöslichen Substanzen gehören, während die der leichten Metalle leicht, zum Theil sehr leichtlöslich sind. Bilden sich letztere durch Zersetzung schwefelsaurer Salze: so gehen sie alsbald in Lösung über.

Zwischen den schweren und leichten Metallen tritt noch der Unterschied hervor, dafs unter jenen mehrere, ja die edlen ausschlieslich, gediegen vorkommen, unter diesen aber

nicht ein einziges. Doch dieser Unterschied ist kein durchgreifender; denn vielen unter den schweren Metallen fehlt, wie den leichten, die Möglichkeit einer solchen Existenz. Es gab eine Zeit, wo man die Ansicht vertheidigte, in der Schöpfungsperiode seien alle Metalle in gediegenem Zustande vorhanden gewesen. Dem sei wie ihm wolle, die Schöpfungsperiode liegt weit hinter uns; wäre damals die ganze Erde ein metallischer Kern gewesen: so hätten die unedlen Metalle in Berührung mit Wasser und einer Sauerstoff-Atmosphäre nur eine sehr ephemere Existenz haben können. Was wir jetzt, ausser den edlen Metallen, gediegen finden, ist nichts weniger als der Rest jenes angenommenen metallischen Kerns; sondern alle Metalle vom Silber abwärts bis zum Eisen, welche gediegen vorkommen, sind Reductionsproducte: es sind die letzten Metamorphosen einer Reihe von Umwandlungsprocessen, welche die metallischen Verbindungen seit der Schöpfungsperiode erlitten haben, und noch erleiden.

Man wünscht das erste Glied dieser langen Umwandlungs-Reihe zu finden; man überzeugt sich aber bald, dafs diefs nicht möglich ist. So viel wissen wir, dafs die Silicate der Erden, Alkalien, des Eisen- und Manganoxydul zu den ältesten Bildungen gehören. Man möchte daher dasselbe von den Oxyden der schweren Metalle vermuthen. Aber gerade die, nächst Eisen, am meisten verbreiteten Metalle finden sich entweder gar nicht, oder doch nur selten als Silicate. So giebt es im Mineralreiche kein Bleioxydsilicat, und die nicht häufig vorkommenden Kupferoxydsilicate sind Bildungen, die aus der Zersetzung anderer Kupfererze hervorgegangen sind. Nur von wenigen Metalloxyden (Cerium-, Lanthan-, Didym- und Chromoxyd) ist mit grofser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dafs ihre Silicate die ursprünglichen Verbindungen (so weit wir überhaupt das Ursprüngliche auf Erden verfolgen können) sind.

Die meisten Verbindungen der elektropositiven Metalle, mit Ausnahme des Eisens, Mangans und Zinks, sind aus Schwefelmetallen hervorgegangen. Diese Schwefelmetalle sind daher älter als jene Verbindungen. Manche Verbindungen der Metalle rühren auch von Arsenik- Antimon- und Tellurmetallen her; daher sind auch diese älter als jene Verbindungen.

In Betreff des Schwefels sind wir zu dem sichern Schlusse gekommen, dafs dieser kein ursprüngliches Erzeugnifs sein könne (Bd. II. S. 149). Aus dem Folgenden wird sich herausstellen, dafs diefs auch für die Schwefelmetalle gilt. Ein gleiches vom Arsenik, Antimon und Tellur, von diesen dem Schwefel so ähnlichen Substanzen anzunehmen, darüber liegt nichts Bestimmtes vor.

Der Umstand, dafs die Metalle und metallischen Verbindungen vorzugsweise auf Erzgängen vorkommen, scheint die Unterscheidung zwischen älteren und jüngeren Bildungen zu erleichtern. Das ist gewifs, dafs die Ausfüllungsmassen der Erzgänge jünger sind, als das Nebengestein. Gelingt es zu zeigen, dafs diese Ausfüllungsmassen vom Nebengesteine oder überhaupt von dem Gebirgsgesteine, worin die Erzgänge aufsetzen, herrühren und ist zu entscheiden, in welchen Verbindungen die Metalle im Nebengesteine vorhanden sind: so können wir die älteren metallischen Verbindungen von den jüngeren sondern. Diefs zu entscheiden, ist aber mit grofsen Schwierigkeiten verknüpft, in den meisten Fällen geradezu unmöglich.

Spuren, ja manchmal sogar bestimmbare Mengen von Metallen hat man bei der Analyse von Gebirgsarten gefunden; man wird sie ohne Zweifel viel häufiger finden, wenn die Aufmerksamkeit mehr darauf gerichtet wird. Der ganze Gang der Analyse gestattet aber nicht, mit Sicherheit auf die Verbindungen zu schliefsen, in denen die gefundenen Metalle darin enthalten sind. Mehr ist von der Analyse der Mineralien in den Gebirgsgesteinen zu erwarten; bei diesen, wo das Fremdartige durch die Krystallisation abgesondert worden ist, läfst sich mit gröfserer Sicherheit auf die Verbindungen darin gefundener Metalle schliefsen; obgleich, wenn es nur Spuren sind, die etwa in einem zusammengesetzten Silicat vorkommen, es auch dann noch ungewifs bleibt, ob solche Spuren als Silicate darin enthalten waren. Viele Mineralien zeigen zwischen ihren Spaltungsflächen noch mit den Augen erkennbare Substanzen, die ihrer Mischung fremd sind. Die chemischen Reagentien reichen aber weiter, als die unmittelbare Beobachtung; Spuren von Metallen, welche sich bei der Analyse finden, können daher von unsichtbaren

Absätzen metallischer Verbindungen zwischen den Spaltungsflächen herrühren. Es ist mithin nur in seltenen Fällen mit Sicherheit zu bestimmen, in welchen Verbindungen die in Gebirgsgesteinen und in Mineralien vorkommenden Metalle darin enthalten sind. Die ausserordentliche Schwerlöslichkeit der Schwefelmetalle leiht übrigens der Annahme wenig Wahrscheinlichkeit, dafs die Schwefelmetalle in den Gängen als solche im Nebengestein enthalten waren, und als solche in die Gänge geführt worden sind.

Schliefst man aus dieser Schwerlöslichkeit, dafs in den Gängen die Schwefelmetalle erst aus andern metallischen Verbindungen entstanden sind: so dürfen wir auf der andern Seite nicht übersehen, dafs ihre Gegenwart nicht blofs in sedimentären, sondern auch in krystallinischen Gesteinen eine wohl bekannte Thatsache ist, wie namentlich das Vorkommen von Eisenkies, Kupferkies, Molybdänglanz in granitischen und syenitischen Gesteinen zeigt. Können wir übrigens die Schwefelmetalle in Gängen nicht für Bildungen halten, die als solche eingeführt worden sind: so haben wir eben so wenig Grund, die in krystallinischen Gesteinen vorkommenden für solche zu nehmen, und in vielen Fällen ist es gewifs derselbe Bildungsact in den Gängen wie im Nebengesteine.

Die Analogie zwischen Eisen und Mangan einerseits und den übrigen Metallen andererseits dürfte es rechtfertigen, wenn wir die nachstehende Reihe der metallischen Verbindungen, welche zugleich die wahrscheinliche Reihe ihres relativen Alters, von den älteren zu den jüngeren fortschreitend, bilden soll, mit den metallischen Silicaten beginnen. Beim Eisen und Mangan ist es eine entschiedene Thatsache, dafs ihre Oxyde, Oxydhydrate, Carbonate u. s. w. in den Gängen von ihren Silicaten im Nebengesteine abstammen; bei den übrigen Metallen ist es freilich meist nur eine Vermuthung, welche auf diese Analogie gegründet ist, die aber um so wahrscheinlicher wird, wenn wir, wie Zink, Kupfer, und mehrere andere Metalle wirklich als Silicate finden.

Vom Eisen und Mangan ist es entschieden nachgewiesen, dafs sie nicht aus den Gängen in das Nebengestein übergegangen sind. Dasselbe kann freilich nicht von den

anderen Metallen ebenso evident bewiesen werden; aber annehmen zu wollen, dafs z. B. der Eisenspath und die Zinkblende, welche in manchen Erzgängen sogar die Gangmasse anderer Erze bilden, aus dem Nebengestein in die Gänge und dafs diese Erze umgekehrt aus den Gängen in das Nebengestein gewandert seien, würde gegen alle Logik sein. Wir glauben daher bei weitem mehr Gründe für unsere Annahme zu haben, dafs die in Gebirgsgesteinen und in deren Mineralien gefundenen metallischen Verbindungen älter als die in den Gängen seien, als solche Geologen, welche die Einführung der Erze durch plutonische Injectionen und Sublimationen erklären wollen, für solche Annahmen haben.

Da, wenn wir uns an das Gegebene im Mineralreiche halten, die Verbindungen der elektropositiven Metalle mit Schwefel älter als alle ihre anderen Verbindungen erscheinen: so reihen wir an die Silicate die Schwefelmetalle. An diese schliefsen sich, nach den obigen Bemerkungen (S. 1866), die Selen-, Arsenik-, Antimon- und Tellurmetalle an.

Diejenigen elektronegativen Metalle, welche, als Metallsäuren mit Basen verbunden, Mineralien im Gebirgsgesteine zusammensetzen, hätten, streng genommen, den Vorrang vor den Schwefelmetallen haben müssen; denn von ihnen ist es entschieden, dafs sie gleichzeitig mit den sie einschliefsenden Gebirgsgesteinen gebildet worden sind. Da sie aber auch in Gängen vorkommen, ja einige von ihnen, wie z. B. die arseniksauren Salze, unstreitig zu den jüngsten Bildungen gehören, und eine Trennung zwischen den im Gebirgsgesteine und in den Gängen vorkommenden metallsauren Salzen schwierig ist: so haben wir ihnen diese Stelle angewiesen. Sie wurden jedoch in zwei Abtheilungen gebracht, wovon die erste die im Gebirgsgesteine eingeschlossenen, die zweite die in Gängen vorkommenden metallsauren Salze enthält. An diese reihen sich die kohlensauren, phosphorsauren und schwefelsauren Metalloxyde, welche entschieden zu den jüngsten Bildungen gehören.

Darauf folgen die Chlor-, Brom-, Jod- und Fluormetalle, von denen die meisten unstreitig gleiches Alter mit den Carbonaten, Phosphaten und Sulphaten haben.

Von gleichem Alter, zum Theil noch jünger als diese

Sauerstoff- und Haloidsalze, sind die Metalloxyde und Metalloxydhydrate, selbst das Eisen- und Manganoxyd; denn deren Oxyde und Hydrate sind aus der Zersetzung ihrer Carbonate hervorgegangen.

An der Spitze der Metalloxyde stehen das Zinnoxyd und die Titansäure, die einzigen Metalloxyde, welche in krystallinischen Gesteinen als solche vorkommen, und daher gleiches Alter mit den anderen sie begleitenden Mineralien haben. Obgleich sie defshalb zu den ältesten Metall-Verbindungen gehören: so gilt diefs doch nicht von allen ihren Fundorten; denn sie kommen auch auf Gängen und in Drusenräumen vor. Wir bringen daher die Metalloxyde wie die metallsauren Metalloxyde in zwei Abtheilungen.

Den gediegenen Metallen in dieser Reihe den geeignetesten Platz anzuweisen, ist besonders schwierig. Vom Silber abwärts bis zum Eisen ist es, wie schon bemerkt wurde entschieden, dafs sie aus Reductionsprocessen hervorgegangen sind. Von anderen, die wir nur im regulinischen Zustande oder in regulinischen Gemischen finden (Gold, Tellur, Platin, Palladium, Iridium, Osmium) *), fehlt jeder Anhaltepunct, auf frühere Verbindungen, aus denen sie hervorgegangen sein könnten, zu schliefsen. Für uns sind die letzteren ursprüngliche Bildungen und werden solche wahrscheinlich auch für unsere Nachkommen bleiben. Sie haben gleiches Alter mit den in krystallinischen Gebirgsgesteinen eingeschlossenen Metalloxyden und metallsauren Metalloxyden, Wir bringen aber auch die gediegenen Metalle in zwei Abtheilungen, wovon die erste die edlen, die andere die unedlen umfafst, welche letztere entschieden zu den neuesten Bildungen gehören. Zwischen diesen beiden Abtheilungen ist jedoch eine bestimmte Grenze nicht zu ziehen; denn das gediegene Silber im Golde hat gewifs denselben Ursprung wie dieses, das auf Silbererzen ist aber ein Reductionsproduct.

Sonach möchte die nachstehende Reihe der Metalle und ihrer Verbindungen, mit Berücksichtigung der bemerkten Einschränkungen, nahe dem relativen Alter derselben entsprechen,

*) S. unten Irit.

und approximativ die Folge ausdrücken, in der spätere Bildungen aus früheren hervorgegangen sind. In Erzlagern und namentlich in Erzgängen findet sich aber vorzugsweise die chemische Werkstätte, in der die mannichfaltigsten Zersetzungen und Umwandlungen statt gefunden haben, und noch statt finden. Dieselbe metallische Verbindung kann, nach mehrfachen Umwandlungen, wieder restituirt werden, wovon sich im Folgenden mehrere Beispiele finden werden. Und diefs ist nichts Anomales; denn das wichtigste und am allgemeinsten verbreitete Mineral, der Feldspath, findet sich als eine der ältesten unter den bekannten Verbindungen, wie, wenn auch nur selten, in Drusenräumen in Formen der neuesten Bildungen, des Laumontit und Analcim.

Der Gang unserer Betrachtungen ist, dafs, nach kurzer Angabe des Vorkommens der Erze und derjenigen ihrer Begleiter, welche Winke in Beziehung auf ihre Bildung geben können, so wie ihrer Zusammensetzung, die Zersetzungs- und Umwandlungsprocesse, wie sie namentlich durch die Pseudomorphosen bekannt geworden sind, folgen *). Wo auf letztere Berechnungen über Massen- und Volumen-Veränderungen gegründet werden konnten, erschien es zweckmäfsig, die procentische Zusammensetzung der Verbindungen und einzelner Bestandtheile anzugeben. Wo man es nur mit Gemengen zu thun hat, obgleich der chemische Formel-Eifer auch hier nicht unterlassen hat, sogenannte Formeln aufzustellen, blieb nur die Angabe der procentischen Zusammensetzung übrig.

*) Vergleicht man das, was z. B. von den genetischen Verhältnissen der Kupfer- und Bleierze gesagt werden konnte, mit dem Wenigen, was von anderen Erzen zu ermitteln war: so dürfte diefs eine Mahnung für diejenigen Mineralogen sein, welche sich das sorgfältige Studium der Pseudomorphosen zur Aufgabe gemacht haben, anderen bis jetzt stiefmütterlich behandelten Erzen ihre Aufmerksamkeit zu schenken. Warum sollten nicht z. B. die den Kupfererzen so ähnlichen Nickel- und Kobalterze auch ähnliche pseudomorphische Verhältnisse darbieten? — Wenn es aber gilt, genetischen Verhältnissen auf die Spur zu kommen: so mufs der Mineralog stets dem Chemiker vorausgehen; denn erst mufs dieser wissen, was im Mineralreiche statt gefunden hat, ehe er untersuchen kann, wie es statt gefunden habe.

Wo die Kenntnifs jener Zersetzungs- und Umwandlungs-Processe fehlt, genügte die atomistische Zusammensetzung. Die Resultate chemischer Untersuchungen, theils künstlicher, theils natürlicher metallischer Verbindungen, welche ich im Laufe dieses Jahres angestellt habe, und die sich namentlich auf die Bestimmung ihrer Löslichkeit, Zersetzbarkeit durch Kohlensäure, Schwefelwasserstoff u. s. w. beziehen, wurden als Anfänge künftiger Arbeiten gehörigen Orts aufgenommen.

Um Raum zu sparen, wurden bei Anführung der Analysen metallischer Verbindungen blofs die Namen der Chemiker ohne Citate angegeben. In Betreff der letzteren verweisen wir auf Rammelsberg's vollständiges Handwörterbuch mit seinen fünf Supplementen; nur da, wo aus anderen Quellen geschöpft wurde, sind diese citirt.

Die Folge der Bildung der in Gesellschaft vorkommenden Mineralien und Erze auf Gängen und Lagern ist von besonderer Wichtigkeit für ihre Genesis. Obgleich schon Henckel auf dieses Zusammenvorkommen deutete, D. de Dolomieu den Werth dieser Kenntnifs hervorhob, in neuerer Zeit Fournet *) diesen Gegenstand lehrreich bearbeitete, und Weissenbach **) durch seine trefflichen und naturgetreuen Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse (1836) schätzenswerthe Beiträge zu dieser Kenntnifs lieferte: so verdanken wir doch erst Breithaupt's unermüdlichen Untersuchungen eine systematische Uebersicht der Altersfolge der in Gesellschaft vorkommenden Ganglieder, vorzugsweise in Beziehung auf *Sachsen*. Im Folgenden findet sich das Wesentlichste aus Breithaupt's Werke ***) kurz zusammengestellt und in, von ihm ermittelter Altersfolge der Formationen selbst.

I. *Augit-*, *Granat-*, *Kies-*, *Blende-Formation*, ganz gewöhnlich für Lager gehalten, zeigt nicht die lagenartige Structur der Mineralien und Erze in den Gängen, sondern ein verworrenes Durcheinanderliegen derselben. Die Augite

*) Du charactère d'association en minéralogie et en géologie.

**) Auch in Cotta's Gangstudien Bd. I. S. 1 ff.

***) Die Paragenesis der Mineralien 1849. Tröger in den Gangstudien. Bd. II. S. 216 ff.

erscheinen als die ältesten Glieder, worauf Vesuvian, Granat, Schwefel- und Arsenikmetalle, Magneteisen und Zinnerz folgen. Quarz und Kalkspath erscheinen meist als die jüngsten Gebilde und füllen gewöhnlich die seltenen Drusen aus.

II. In der *Titan-Formation* sind die Feldspathe die ältesten Bildungen, worauf die Titansäure und ihre Verbindungen folgen. Quarz ist gewöhnlich jünger; nur beim Rutil erscheint er als gleichzeitiges und selbst als älteres Gebilde.

III. Die *Zinn-* und *Wolframit-Formation*, deren Hauptrepräsentanten Zinnerz und Wolframite sind, zeigt Quarz als erstes, Zinnerz als zweites und Wolframit als drittes Glied, worauf bald Blende, bald Molybdänglanz, bald Kiese, bald Apatit, Flufsspath, Topas, Steinmark, Chlorit u. s. w., bald mehrere von diesen zugleich folgen. Nur einige Male fehlt Quarz gänzlich, wo dann Beryll oder Wolframit oder Blende die Reihe eröffnen, und nur sehr selten erscheint er in kleinen Krystallen als jüngste Bildung. In den meisten Fällen fehlt Zinnerz oder Wolframit oder auch beide zugleich, namentlich wenn Eisenglanz als unmittelbarer Nachfolger des Quarzes auftritt. Einige Male folgt Glimmer auf Quarz.

IV. In der edlen *Quarz-Formation* eröffnet Quarz, oft als Hornstein, gewöhnlich mit dem Nebengesteine fest verwachsen, manchmal mit Ramificationen in dasselbe, stets die Reihe. Nirgends erscheint ein Besteg, und grofse Erzmassen kommen nicht vor. In *Sachsen* ist diese Formation durch den stets etwas goldhaltigen Silber-Arsenikkies, der im Quarz, äufserst selten auf demselben erscheint, und durch die Gleichförmigkeit der mineralogischen Zusammensetzung ausgezeichnet. Unter den Glanzen herrscht Antimonglanz mit seinen Zersetzungsproducten vor; aufserdem zeigt sich eine grofse Mannichfaltigkeit im Vorkommen anderer Schwefelmetalle. Silber und Gold erscheinen als die jüngsten, aus anderen Erzen hervorgegangenen Bildungen. In *Siebenbürgen* und *Ungarn* folgt nicht selten auf Quarz Tellurglanz.

V. In der *kiesigen Blei- und Zink-Formation* treten beträchtliche Massen von Bleiglanz, Zinkblende, Arsenik-, Eisen-, Magnet- und Kupferkies auf. Unter 56 Fundorten dieser Formation in verschiedenen Ländern sind es 44, wo

Quarz, 4 wo Galmey, 3 wo Bleiglanz und 4 wo entweder Blende oder Mifspickel, oder Eisenkies oder Molybdänglanz das erste Glied bilden. Oft liegen die Erze dieser Formation in derben Massen durch einander; in den zuweilen vorkommenden Gangdrusen sind im Allgemeinen Bleiglanz und Blende die älteren, die Kiese die jüngeren Glieder. Die mehrfach beobachtete Erscheinung, dafs sich in oberen Teufen und am Ausgehenden der Gänge Eisenerze, besonders Braun- und Rotheisenstein, in unteren Teufen dagegen Blei-, Kupfer-, Kobalt-, Nickel- und Silbererze finden, zeigt sich auch bei der in Rede stehenden Formation. An manchen Orten tritt, statt der vielen Kiese, sehr viel Eisenspath auf.

VI. *Klinoëdritische Blei- und Zink-Formation*, so benannt, weil Breithaupt krystallisirtes Weifsgültig-, Schwarzgültig- und Schwarzerz, Fahlerz, Tennantit, Kupferblende, Zinnkupferglanz und Zinnkies unter dem allgemeinen Namen Klinoëdrite begreift, welche diese Formation nicht wenig auszeichnen, und in den Arten ihrer Begleiter ein so bestimmtes Zusammenvorkommen zeigen, dafs nur eine einzige Ausnahme davon bekannt ist. Unter 72 Fundorten dieser Formation sind es 41 wo Quarz, 6 wo Blende, 6 wo Bitterspath, 5 wo Rosenspath, 5 wo Eisenspath, 3 wo Bleiglanz, 3 wo Bleiglanz und Blende und 4 wo Brauneisenstein oder Barytspath oder Tellurglanz oder Fahlerz und Kupferkies das erste Glied bilden. Wie in den früheren Formationen, so mangelt auch in dieser nicht nur das eine oder das andere Ganggestein, sondern sie fehlen selbst alle, und dann sitzen die Erze unmittelbar auf dem Nebengesteine, oder auf einer älteren Formation. Manchmal ist auch die Unterlage fortgeführt worden, und nur noch durch hinterlassene Eindrücke oder durch Quarz-Pseudomorphosen wahrnehmbar: so ist bisweilen Manganspath ganz oder theilweise, oder auch Rosenspath verschwunden. Wo von Quarz, Bitterspath und Rosenspath je zwei zusammen vorkommen, folgen sie stets in dieser Reihe auf einander. Eisenspath folgt, wenn vorhanden, auf Quarz; mit den andern Späthen kommt er aber nicht vor. Mehrmals tritt auch Kalkspath auf, aber stets als spätere Bildung als die Erze. Unter diesen ist der Bleiglanz immer das älteste Erz. Unter den Kiesen findet sich nicht

mehr Arsenikkies; letzterer kehrt auch in jüngeren Formationen nie wieder. Magnetkies fehlt auch. Nur wenige Ausnahmen von der angeführten Altersfolge, namentlich Quarz auf Bleiglanz und Eisenspath auf Blende folgend, finden statt. Eisenspath und Blende zeigen überhaupt einen vielfachen, selbst fünfmal wiederholten Wechsel in manchen Gängen; ebenso Eisenspath und Bleiglanz. Letztere (von *Jaroso* in *Spanien*) erscheinen in vielen Schalen über einander: vom Eisenspath zählte Breithaupt bis 40, vom Bleiglanz bis 7 solcher Schalen.

VII. *Eisenspath-Formation* mit anderen Eisenerzen. Zu den gewöhnlichen Begleitern gehören Quarz und Bitterspath, der stets älter, und Barytspath, der jünger als Eisenspath ist.

VIII. *Kupfer-Formation* bezeichnet diejenigen Gänge, in denen die geschwefelten Kupfererze mit Eisenkies, aber ohne Bleiglanz und Blende auftreten. Unter 53 Fundorten sind es 23 wo Quarz, 3 wo Eisenspath, 2 wo Bitterspath, 4 wo Kalkspath, 14 wo die Erze selbst das erste Glied bilden, und 7 Fundorte, wo sich die Erze an das Nebengestein anschliefsen.

IX. *Antimon-Formation.* Ihre fast nirgends fehlende Unterlage ist Quarz.

X. *Mangan- und Eisen-Formation.* Unter 25 Fundorten sind es 11, wo Quarz und 13, wo Eisen- und Manganerze das erste Glied bilden.

XI. *Jüngere Kobalt-, Nickel-Formation.* Unter 128 Fundorten, vorzugsweise im *Sächsischen Erzgebirge*, sind es 88 wo Quarz oder Hornstein das erste Glied bilden, in den übrigen sind theils Eisen-, theils Baryt-, Flufs-, Kalk-, Bitterspath, theils die Erze selbst die ersten Glieder. In anderen Ländern bildet meist der Eisenspath das erste Glied, oder es zeigt sich auch eine grofse Mannichfaltigkeit in den Mineralien.

XII. *Flufsspath-, Barytspath-, Blei- und Zink-Formation.* Unter 60 Fundorten sind es 21 wo Flufsspath, 4 wo Barytspath, 5 wo Barytocalcit, 19 wo Quarz und 8 wo die Erze selbst das erste Glied bilden. In 5 Fällen kommt auch der Quarz als jüngeres Ganglied vor. Flufsspath und Ba-

rytspath sind übrigens manchmal zum Theil fortgeführt worden. Unter den Erzen ist Bleiglanz, wenn auch in geringer Ausdehnung, das bezeichnendste Glied, welches bisweilen ohne Zinkblende und Kiese auftritt. In keiner andern Formation scheint er so vielen Zersetzungen in Weifsbleierz, Bleivitriol, Pyromorphit, Gelbbleierz, Vanadinit u. s. w. unterworfen zu sein, als in dieser. Manchmal finden sich Platten von Bleiglanz mit hexaëdrischen Eindrücken von Flufsspath herrührend, und noch mit Resten desselben versehen. Da indefs Bleiglanz auch zwischen Braun- und Kalkspäthen vorkommt: so können auch diese fortgeführt und der Flufsspath conservirt worden sein. Es kommen auch im Bleiglanz rhomboëdrische Eindrücke, von Kalkspath herrührend, vor. Breithaupt beschreibt eine Stufe mit oft wiederholtem Wechsel zwischen dem Ganggesteine und Bleiglanz. Sie zeigt wenigstens fünf Absätze von Bleiglanz, vier von Barytocalcit, drei von Kalkspath, drei von Flufsspath und einen von Zinkblende.

XIII. In der *Barytspath-Kupfer-Formation* findet sich Barytspath als Ganggestein, worauf Kupferkies, Buntkupfererz u. s. w. folgen.

XIV. *Silber-Formation* (S. 1295). In 66 Fundorten sind es 22 wo Quarz, 8 wo Kalkspath, 7 wo Barytspath, 3 wo Eisenspath, 2 wo Bitterspath, 1 wo Rosenspath, 1 wo Barytocalcit und 22 wo die Erze selbst das erste Gangglied bilden. Die Successionen der Silbererze sind überall dieselben und folgen auf Bleiglanz. Gediegenes Silber ist das jüngste Glied, wenn es nicht, jedoch nur selten, wieder in Silberglanz umgewandelt worden ist. Die reichsten Silbererze finden sich auf Barytspathgängen.

Der Zinnober kommt auch bisweilen als Begleiter des Barytspath vor; selbst das quecksilberhaltige Fahlerz findet sich bei *Saalfeld* in dieser Begleitung, und ist älter als Barytspath.

Zu den jüngsten Gangbildungen gehören die Phosphate, da sie nie in grofsen Teufen gefunden werden. Breithaupt führt auch mehrere Beispiele des Vorkommens von Zeolithen auf Erzgängen an.

Die Schlüsse, welche sich aus dem, im Vorstehenden

dargelegten Zusammenvorkommen der Gangglieder ergeben, behalten wir den weiter unten folgenden Betrachtungen über die Bildung der Erze vor, und gehen zunächst zu ihrer Zusammenstellung in den oben im Allgemeinen bezeichneten Reihen über.

A. Kieselsaure Metalloxyde.

Alle Metalloxyde, welche Salzbasen sind, können künstlich mit Kieselsäure verbunden werden, und sie sind auch gröfstentheils dargestellt worden. In chemischen Werken wird aber von ihnen selten mehr angeführt, als dafs sie existiren, und dafs sie unlöslich im Wasser seien. Im Mineralreiche finden sich indefs nicht alle elektropositive Metalloxyde mit Kieselsäure verbunden, und unter denen, welche vorkommen, sind es die Silicate des Eisens, Mangans, Cers, Lanthans, Didyms und vielleicht auch des Chroms, welche, der Quantität nach, alle übrigen Verbindungen dieser Metalle übertreffen. Nach dem Eisen findet sich Zink in gröfster Menge in Verbindung mit Kieselsäure; aber auch seine Verbindung mit Schwefel hat eine grofse Verbreitung. Die Silicate der übrigen Metalle (Kupfer, Nickel, Wismuth) erscheinen als unbedeutend gegen das Vorkommen derselben in anderen Verbindungen, namentlich mit Schwefel.

In zusammengesetzten Silicaten, welche Salzbasen bildende Metalloxyde, und keine andere Säure, aufser der Kieselsäure, enthalten, sind wir berechtigt die Metalloxyde mit dieser Säure verbunden, jedoch mit der oben bemerkten Einschränkung, anzunehmen, wenn sie auch als einfache Silicate vorkommen. Von den Oxyden des Eisens und Mangans ist diefs entschieden. Haben wir aber Grund zur Annahme, dafs diefs bei anderen Metalloxyden, möge deren Menge auch noch so gering sein, und mögen sie als einfache Silicate nicht gefunden werden, nicht der Fall sein kann? — In den chemischen Formeln werden freilich solche geringe Mengen nicht aufgeführt, aber doch nur defshalb nicht, weil sie sich den einfachen Atomverhältnissen nicht fügen wollen.

Auf die Betrachtung der einfachen Silicate folgen diejenigen Mineralien, in denen dasselbe Metall nach Wahrscheinlichkeits-Gründen als Silicat existirend angenommen werden kann. Die Zahl dieser Mineralien ist aber gewifs noch

viel gröfser; denn die meist in äufserst geringen Mengen vorkommenden Metalloxyde entgehen in der Regel der Analyse, wenn nicht besondere Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird. Würde man durch die salzsaure Auflösung der aufgeschlossenen Mineralien stets Schwefelwasserstoffgas strömen lassen: so würde man Spuren von Metallen selten vermissen. Wo diefs geschieht, findet man sie fast immer.

Eisenoxydul- und *Eisenoxydsilicate* sind schon (Bd. I. S. 802 ff.) betrachtet worden. Ihr Vorkommen mit anderen Silicaten in Mineralien und Gebirgsgesteinen, ihre Zersetzungen u. s. w. waren der Gegenstand so vielfacher Betrachtungen in diesem Werke, dafs weitere Erörterungen nur Wiederholungen sein würden. Die Mineralien einzeln aufführen zu wollen, in denen, zum Theil freilich nur Spuren, von diesen Silicaten vorkommen, würde eine zwecklose Mühe sein, da kaum irgend ein, aus zusammengesetzten Silicaten bestehendes Mineral ganz frei von denselben ist.

Manganoxydul- und *Manganoxydsilicate* sind gleichfalls schon (Bd. I. S. 813 ff.) betrachtet worden. Von ihrem Vorkommen u. s. w. in zusammengesetzten Silicaten gelten die eben gemachten Bemerkungen; denn sie sind, gewifs nur mit seltenen Ausnahmen, stets Begleiter der Eisensilicate; nur dafs sie in der Regel gegen diese in sehr untergeordneten Verhältnissen in den Mineralien und Gebirgsgesteinen vorhanden sind.

Cerit, aus einem Kupferkieslager im Gneifs bei *Riddarhytta* in *Schweden*, besteht aus 1 At. Kieselsäure, 3 At. Ceroxydul mit Lanthan- und Didymoxyd, und aus 3 At. Wasser mit 2 Eisenoxyd und 1,25 Kalkerde (Hisinger).

Auch in nachstehenden zusammengesetzten Silicaten finden sich diese Metalloxyde.

Ceroxydul und *Lanthanoxyd*, und wie es scheint auch Didymoxyd, im Orthit, eingewachsen in Granit und Gneifs in *Schweden* und *Norwegen* und im Kalk des Erzlagers von *Tunaberg*, 4,56—21,43 (Berzelius, Berlin, Scheerer, Bahr, Hermann, Rammelsberg) im Orthit aus dem Syenit des *Plauen'schen Grundes* bei *Dresden* 20,73 (Zschau) *), Ceroxy-

*) N. Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1852. S. 652.

dul und Lanthanoxyd im Allanit aus Granit, Porphyr, Gneifs, Serpentin (2,24 Lychnell), Magneteisen, körnigen Kalk und auf Erzgängen im Gneifs 12,5—26,25 (Stromeyer, Wollaston, Hisinger, Scheerer, Rammelsberg, Credner, Bergemann). Ceroxydul und Lanthanoxyd im Cerin 23,8—28,19 (Hisinger, Scheerer) *). Cer-, Lanthan- und Didymoxyd im Tschewkinit aus Granit 47,29 mit Kieselsäure und 20,17 Titansäure (H. Rose). Ceroxyd und Lanthanoxyd im Bodenit (der sich am meisten dem Orthit nähert) aus Oligoklas 18,03 und 3 Wasser (Breithaupt, Kerndt). Ceroxydul im Pyrorthit, 13,92 und 26,5 Wasser und 31,4 Kohle (Berzelius). Ceroxydul, im Tritomit aus Syenit, 40,36 und 15,11 Lanthanoxyd (Berlin). Cer- und Lanthanoxyd im Hyposklerit 2 (Hermann).

Im Gadolinit entdeckte Berzelius Ceroxydul, welches den früheren Untersuchungen entgangen war. Connell, Thomson und Steel, Richardson und Berlin fanden es in allen seinen Fundorten. Die Menge des Ceroxydul schwankt zwischen 3,4 und 16,69. Nach der Entdeckung des Lanthanoxyd wurde dieses auch in den Gadoliniten von *Hitteron* und *Ytterby* von Scheerer und Berlin gefunden. Nach jenem beträgt das Lanthanoxyd 4,75 und das Ceroxydul 1,81.

Im Cerine titanifère von *Ceylon* findet sich Ceroxyd mit Kieselsäure und Titansäure (Langier) und ebenso im Yttrotitanit (A. Erdmann).

*) In den Orthiten steigt der Wassergehalt von 1,32 bis auf 87, Proc. Dieser verschiedene Wassergehalt deutet darauf hin, dafs sie Veränderungen erleiden, die so weit fortschreiten, dafs ein Theil der Basen, besonders der Kalkerde, entfernt, und der Kieselsäuregehalt dadurch erhöht wird oder selbst theilweise fortgeht. Da der Orthit von *Fillefjeld* nur 0,5 Proc. und die mit ihm identischen Allanite zum Theil gar kein Wasser enthalten: so ist es wahrscheinlich, dafs er ursprünglich wasserfrei ist. Orthit, Allanit und Cerin haben dieselbe Zusammensetzung uud unterscheiden sich nur durch den Wechsel isomorpher Basen. Sie sind Drittelsilicate, ganz analog der Mischung des Granat, nur durch die selteneren Basen, die Oxyde von Yttrium, Cer, Lanthan und Dydim characterisirt (Rammelsberg).

Cer- und Lanthanoxyd, im Erdmannit von *Stoköen* bei *Brevig*, nach einer vorläufigen Analyse von Blomstrand, 34,89. Cer- *) Lanthan- und Didymoxyd im Mosandrit aus dem Syenit an der Mündung des *Langesundfiords* in *Norwegen*, 26,56.

Kieselsaures Uranoxyd findet sich nur in einem zusammengesetzten Silicat, im Thorit aus dem Syenit auf der Insel *Lövön* in *Norwegen*, worin das Uranoxyd 1,61 beträgt. (Berzelius). In wenigen anderen zusammengesetzen Silicaten finden sich nur Spuren von diesem Metalloxyd.

Kieselsaures Chromoxyd kommt nur in zusammengesetzten Silicaten vor. Ein Mineral aus der Nähe von *Volterra* in *Toscana* ist reine wasserhaltige kieselsaure Chromoxyd-Thonerde (Chromoxyd 8,11), eine Erde von demselben Vorkommen ist nur ein Gemeng aus wenig Kieselsäure, Chromoxyd (5,77) viel Thonerde (C. Bechi). Nach ihm sind diese Mineralien, gleich dem sie begleitenden Chromeisen, Zersetzungsproducte des Diallag aus dem Euphotid durch frühere Schwefelwasserstoff-Exhalationen, von denen sich dort noch deutliche Spuren finden. Chromoxyd findet sich ferner im Chromgranat (Uwarovit) vom *Ural*, mit Chromeisen, 21,84—22,54 (Komonen und A. Erdmann), im rothen Granat (Pyrop Bd. II. S. 452 und 457) aus *Böhmen* 2—4,18 (Klaproth, Trolle-Wachtmeister, v. Kobell und Moberg). Nach letzterem ist darin das Chrom als Oxydul vorhanden. Der Chromgehalt ist bemerkenswerth wegen des Vorkommens von Chromeisen im Serpentin (S. 494). Im Pyrop finden sich die Hauptbestandtheile des Chromeisens. Da er sich in Talk umwandelt (S. 496): so ist denkbar, dafs er in Chromeisen und Talk zersetzt wird. Chromoxyd im Wolchonskoit, auf Nestern und Adern im Gouvernement *Perm*, 17,93—34, welches als wasserhaltiges Silicat darin enthalten sein möchte. (Berthier, Kersten, Ilimoff); im Rhodochrom von *Ilkul* 5,5 (Hermann). Chromoxyd im Chromglimmer von *Schwarzenstein* in *Tyrol* 3,95 (Schafhäutl), im Miloschin aus einem Gange 3,61 (Kersten), im Schillerspath von der *Baste* (Köhler), in einem,

*) Ist als Oxyd vorhanden.

dem Diallag ähnlichen Mineral im Euphotid von *Fiumalto* auf *Corsica* 2 (Boulanger), in dem Bd. II. S. 1496 angeführten Mineral in Olivinkugeln 1,07, im Smaragd 0,3—3,5 (Klaproth und Vauquelin), im Pyrosklerit, auf Gängen im Serpentin auf *Elba*, 1,43 (v. Kobell), im Kämmererit, eingewachsen im Chromeisen zu *Bissersk* in *Sibirien* 1 (Nordenskjöld). Spuren von Chromoxyd finden sich noch in anderen Mineralien, wie z. B. in einigen Olivinen, und auch in Gebirgsgesteinen wie z. B. im Serpentin.

Kieselzink, in sedimentären Formationen, im Uebergangskalk auf Nestern, liegenden Stöcken und regellosen Lagern, und im Muschelkalk, zeigt seine sedimentäre Bildung im Meere. Sein Vorkommen in Erzgängen, im Uebergangskalk, in der Grauwacke, im Lias, im bunten Sandstein, im Granit und Gneifs thut dar, dafs auch in diesen Gesteinen kieselsaures Zinkoxyd enthalten ist, und durch Gewässser in die Spalten geführt wurde. Es ist wasserhaltiges kieselsaures Zinkoxyd und besteht aus 2 At. Kieselsäure, 6 At. Zinkoxyd und 3 At. Wasser, (Berzelius, Smithson, Berthier, Rammelsberg, Monheim). Manche Varietäten (Thomson, Hermann) scheinen 4 At. Wasser zu enthalten; Monheim vermuthet indefs, dafs in dem höheren Wassergehalte auch etwas Kohlensäure enthalten sei, welche auch von Berzelius (0,54) und von Schmidt (1,02) gefunden wurde. Das Kieselzink von *Limburg* enthält 0,276 Blei- und Zinnoxyd (Berzelius), das von *Nertschinsk* 2,7 Bleioxyd (Hermann). Eisenoxyd fehlt meist, in einigen Varietäten beträgt es nur 0,43—0,72.

Kieselzink verdrängt Kalk- und Bitterspath (S. 1196 ff.), so wie Quarz (S. 1305) und umhüllt Bleiglanz *). Meist enthalten diese Umhüllungspseudomorphosen noch einen Kern von Bleiglanz, nur bei wenigen ist dieser gänzlich verschwunden und eine gelbliche poröse und weiche Masse an die Stelle getreten **). Das Kieselzink ist von einer der Flächen mancher Krystalle mitten in den Bleiglanz gedrun-

*) Blum die Pseudomorphosen S. 292.

**) Die Analyse dieser Ausfüllungsmasse ist sehr wünschenswerth, weil sie Licht auf den Zersetzungsprocefs des Bleiglanzes werfen möchte.

gen und hat diesen hier verdrängt, während an anderen Flächen zwischen der Ausfüllungs- und Umhüllungsmasse noch zusammenhängende Lagen von Bleiglanz vorhanden sind.

Kieselzink umhüllt und verdrängt auch Pyromorphit *). Zuerst werden die Pyromorphitkrystalle mit einem dünnen Ueberzuge von Kieselzink bedeckt, beim Fortschreiten des Processes verschwindet allmälig die Pyromorphit-Masse, und beim Zerbrechen der Krystalle zeigt sich, daſs das Kieselzink sich anfangs fest auf den Pyromorphit legte, dann aber ein Zwischenraum entstand: zum Beweise, daſs mehr fort-, als zugeführt wurde. Endlich verschwand der Pyromorphit gänzlich, und Umhüllungs-Pseudomorphosen von Kieselzink blieben zurück. Kieselzink wird endlich von Malachit verdrängt. (s. Malachit).

Diese pseudomorphischen Processe zeigen entschieden die Gegenwart von kieselsaurem Zinkoxyd in Gewässern.

Nach meinen Versuchen ist kieselsaures Zinkoxyd, künstlich dargestellt durch Zersetzung des schwefelsauren Zinkoxyd mittelst kieselsauren Kali, so schwerlöslich in reinem Wasser, daſs weder Schwefelwasserstoff, noch Schwefelwasserstoff-Ammoniak eine Trübung hervorbringt. Auch ein Zusatz von kieselsaurem Kali zum Wasser vermehrt nicht seine Löslichkeit. Dieſs ist in Uebereinstimmung mit Monheim's Versuchen (S. 1203). Nachdem eine groſse Menge reinen Wassers mehrere Tage lang über künstlichem kieselsaurem Zinkoxyd gestanden hatte, ergab sich durch Abdampfen, daſs 185440 Th. Wasser 1 Th. des Salzes aufgelöst hatten. Demnach ist kieselsaures Zinkoxyd allerdings sehr schwerlöslich; allein für geologische Forschungen genügt es, die Löslichkeit irgend einer Substanz, welche, wie das Kieselzink, unter Verhältnissen vorkommt, die keine andere Bildungsart als aus wässerigen Lösungen zuläſst, überhaupt dargethan zu haben. Es wurde unterlassen, die Löslichkeit des Kieselzinkerzes zu bestimmen, da dieses unzweifelhaft noch schwerlöslicher ist, und da quantitative Bestimmungen

*) Ebend. S. 273. Blum führt auch (S. 267) wahrscheinliche Pseudomorphosen von Kieselzink nach Fluſsspath an.

bei so schwerlöslichen Substanzen keine ganz genauen Resultate liefern können.

Als 24 Stunden lang Kohlensäure durch Wasser geleitet wurde, in welchem künstliches kieselsaures Zinkoxyd suspendirt war, zeigte sich schon eine Zersetzung. Nach Monheim (ebend.) löset sich 1 Th. Kieselzinkerz in 2427 Th. mit Kohlensäure gesättigtem Wasser, und nach dem Abdampfen bleibt ein Rückstand von kieselsaurem Zinkoxyd mit kohlensaurem Zinkoxyd. Ich fand, dafs sich, nachdem durch Wasser, worin geschlämmtes Kieselzinkerz eingerührt war, drei Tage lang Kohlensäure geleitet worden, in 3692 Th. Wasser 1 Th. Silicat aufgelöst hatte. Der Rückstand war für eine genaue quantitative Untersuchung zu gering; er wurde aber von Salzsäure unter Aufbrausen und mit Zurücklassung von 0,12 eisenhaltiger Kieselsäure aufgelöst. In der Auflösung fanden sich noch 0,03 Eisenoxyd. Es wurde also etwas mehr als die Hälfte des mit kohlensaurem Wasser behandelten Kieselzinks in kohlensaures Zinkoxyd zersetzt. Monheim's Angabe, dafs sich Kieselzink ohne die mindeste Zersetzung in kohlensaurem Wasser lösen kann, ist daher nicht zu bezweifeln. Da dieses Erz vom kohlensauren Wasser zur Lösung nur $\frac{1}{50}$ von der Menge reinen Wassers fordert, welche künstliches kieselsaures Zinkoxyd löset: so ist begreiflich, dafs die Löslichkeit dieses Erzes bedeutend zunimmt, wenn auch nur geringe Mengen Kohlensäure im Wasser enthalten sind *). In diesem Falle wird, bei der Lösung des Kieselzinks im Mineralreiche, die Zersetzung bis auf ein Minimum herabsinken und aus der Lösung reines oder fast reines Kieselzink abgesetzt werden. Da indefs manche Varietäten geringe Mengen kohlensaures Zinkoxyd enthalten: so ist entweder schon durch die Kohlensäure in den Gewässern, oder erst durch späteren Zutritt derselben etwas kieselsaures Zinkoxyd zersetzt worden.

*) Es ist jedoch nicht zu übersehen, dafs an der zunehmenden Löslichkeit die Zersetzung in kohlensaures Zinkoxyd Antheil hat.

C. Riegel*) analysirte folgende Zinkerze von *Wiesloch.*

	I	II	III	IV	V
Kieselsäure . . .	24,80	20,66	8,34	7,65	2,60
Kohlensäure . . .	4,37	13,06	6,50	7,00	12,10
Zinkoxyd	63,33	52,04	79,64	80,25	72,30
Eisenoxyd	0,80	2,35	1,20	1,04	1,05
Thonerde	0,55	0,40	0,36	—	0,48
Kalkerde	0,19	0,21	1,85	2,10	0,30
Wasser und Verlust .	5,96	11,28	2,11	1,96	11,17
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

I Tropfsteinartig, zerfressen, hellgelb. II Desgleichen dunkelgelb, III zerreiblich, graulichweifs, IV weifslichgelb, schuppig - blättrig, V zerreiblich, graulichweifs, von etwas blätterigem Gefüge. Riegel hält V für Zinkblüthe, die anderen für Gemenge aus dieser und Kieselzink. Allerdings stimmt V ziemlich nahe mit der von Smithson analysirten Zinkblüthe; was aber I, III und IV betrifft: so halten wir sie für Gemenge aus Kieselzink und Zinkspath. Da nämlich mit abnehmender Kieselsäure auch das Wasser abnimmt, die Kohlensäure aber umgekehrt zunimmt, da das Kieselzink wasserhaltig, der Zinkspath dagegen wasserfrei ist: so entspricht diefs völlig unserer Annahme. No. II müssen wir jedoch, wegen seines bedeutenden Wassergehaltes, für ein Gemeng aus Kieselzink und Zinkblüthe halten. Offenbar sind alle diese Zinkerze Zersetzungsproducte von Kieselzink durch Kohlensäure. No. I nähert sich noch ziemlich der normalen Zusammensetzung des Kieselzinks; in III, IV und V nimmt aber die Kieselsäure bedeutend ab und das Zinkoxyd zu. So wie daher das Zinksilicat durch dreitägige Einwirkung concentrirter Kohlensäure über die Hälfte zersetzt wurde (S. 1882): so wird es im Mineralreiche, wenn auch diese Säure viel sparsamer aber ungleich länger einwirkt, noch weiter und endlich ganz zersetzt (s. Zinkspath). Es

*) Arch. der Pharm. (2) Bd. LVIII. S. 29 und Jahrb. f. pract. Pharmacie Bd. XXIII. S. 353.

versteht sich übrigens von selbst, dafs bei diesen Zersetzungsprocessen die durch Kohlensäure verdrängte Kieselsäure durch die Gewässer fortgeführt wird.

Williamit, auf Kieselzink-Lagerstätten, ist wasserfreies kieselsaures Zinkoxyd und von derselben Zusammensetzung wie das Kieselzink (Vanuxem und Keating, Thomson, Rosengarten, Monheim, Delesse). Es enthält manchmal geringe Mengen von Eisenoxyd, Kalk und Magnesia. Die Pseudomorphosen von Williamit nach Kieselzink zeigen, dafs dieses unter gewissen Umständen sein Krystallwasser verlieren kann. Ist der Procefs ganz vollendet: so erscheinen die Krystalle als körnige Aggregate, welche zeigen, dafs der Zusammenhang der früheren Masse durch den Verlust des Wassers aufgehoben wurde. Beim Erhitzen entwickelt sich kein Wasser mehr *).

Troostit ist Williamit, in welchem ein Theil Zinkoxyd durch Manganoxydul, vielleicht auch durch Eisenoxydul, Kalk und Magnesia vertreten ist (Hermann, Dana, Schlieper Wurtz).

Hopeit und Pyrrhit sind wahrscheinlich gleichfalls Zinkoxydsilicate.

Auch in zusammengesetzten Silicaten findet sich Zinkoxyd; aber sehr selten. Das merkwürdigste Vorkommen desselben ist das im Augit (Jeffersonit), eingewachsen im Franklinit und Granat, in den Eisensteingruben bei *Sparta* und *Newjersey*, worin Keating 1, Hermann und Rammelsberg aber 5,1—5,85 Zinkoxyd fanden, welches nur als Silicat vorhanden sein kann. Ferner findet sich Zinkoxyd im Weissit, aus dem Chloritschiefer zu *Fahlun* 0,3 (S. 1206), und im Kakoxen 1,23 (v. Holger). Da dieses Mineral, ausser Kieselsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure und Fluor enthält: so ist zweifelhaft, ob das Zinkoxyd an Kieselsäure gebunden ist.

Kieselkupfer, mit Malachit, Kupferlasur, Kupferkies u. s. w. **). Die Kieselsäure schwankt zwischen 26 und 40,

*) Blum Nachtrag II. S. 13.

**) In beträchtlichen Mengen kommt es in einigen Kupfererz-Gängen am *Lake Superior* vor. Foster and Whitney Report

das Kupferoxyd zwischen 28 und 42,6, das Wasser zwischen 12 und 28,5 mit mehr oder weniger Eisenoxydul, Kalk und Magnesia gemengt (Ullmann, Bowen, Berthier, v. Kobell, Beck, Scheerer, Kittredge, Rammelsberg). Bestimmte Mischungsverhältnisse finden daher nicht statt, was auch von einer amorphen Masse nicht zu erwarten ist; deſshalb war es ein vergebliches Bemühen, chemische Formeln für dieses Mineral entwerfen zu wollen. Der von einigen Chemikern gefundene Kohlensäuregehalt läſst ausserdem auf eine Beimengung von Malachit schlieſsen. Da eine directe Verbindung von Quarz mit Kupferoxyd nicht zu denken ist: so kann man sich die Bildung des kieselsauren Kupferoxyd nur durch Zersetzung eines Kupfersalzes, vorzugsweise des schwefelsauren Kupferoxyd mittelst eines Silicats denken. Ob ausser den alkalischen Silicaten auch Kalk- und Magnesiasilicate u. s. w. diese Zersetzung bewirken können, ist noch nicht ermittelt.

Kieselkupfer verdrängt kohlensaures Bleioxyd *) und Libethenit **). Die Verdrängung des Weiſsbleierzes beginnt damit, daſs sich auf den Krystallen eine dünne Rinde von Kieselkupfer ansetzt, welche nach und nach dicker wird, indem sich dieses von innen anlegt, während das kohlensaure Bleioxyd allmälig verschwindet. Letzteres wird aber nicht ganz ersetzt; denn die Krystalle sind entweder ganz hohl, oder mit porösem Kieselkupfer erfüllt. Die Libethenitkrystalle sind theils ganz vom Kieselkupfer verdrängt, oder dieses hat jene nur an einzelnen Stellen bedeckt, und im Innern ist der Libethenit theilweise noch im porösen Zustande vorhanden, oder ganz verschwunden mit Zurücklassung hohler Räume.

Kupferblau aus dem *Schappachthal* in *Baden* mit Malachit, Ziegelerz und Kupferoxyd (Krantz und Breithaupt), ist wasserhaltiges Kupfersilicat, 45,5 Kupferoxyd enthaltend (Plattner.)

Dioptas, auf kleinen Gängen im Kalkstein des Berges

on the Geologie of the Lake Superior land district Part II. P. 101.

*) Blum die Pseudomorphosen S. 311.

**) Sillem und Blum Nachtrag II. S. 122.

Karkalinsk in der mittleren *Kirgisen-Steppe* *), besteht aus 2 At. Kieselsäure, 3 At. Kupferoxyd und 3 At. Wasser (Vauquelin, Hefs, Damour).

Künstlich dargestelltes kieselsaures Kupferoxyd aus salpetersaurem Kupferoxyd und kieselsaurem Kali (wobei letzteres mit Salpetersäure versetzt wurde, bis sich kaum mehr eine alkalische Reaction zeigte, um die Mitfällung von Kupferoxydhydrat zu verhindern) wurde mit einer grofsen Menge Wassers ausgewaschen; allein Kaliumeisencyanür fuhr fort in den letzten Portionen des Abwaschewassers zu reagiren **). Hieraus ergiebt sich schon die nachweisbare Löslichkeit des kieselsauren Kupferoxyd in reinem Wasser.

(A) Als Wasser drei Tage lang über demselben gestanden hatte, fanden sich in

98021 Lösung 1 Kupferoxydsilicat, bestehend aus

Kieselsäure	.	0,11
Kupferoxyd	.	0,89 ***)

(B) Als Kohlensäure $\frac{1}{2}$ Stunde lang durch Wasser, worin Kupferoxydsilicat suspendirt war, geleitet wurde, reagirte Kaliumeisencyanür schon viel stärker, als in einer Lösung des Silicat in reinem Wasser, und die Reaction nahm immer mehr zu. Bald zeigten sich auch weifse, im Wasser schwimmende Kieselsäure-Flöckchen. Nachdem die Flüssigkeit mehrere Tage lang ruhig gestanden hatte, setzten sich diese Flöckchen auf das unzersetzte grüne Silicat ab. Es wurde noch mehrere Tage lang Kohlensäure durchgeleitet,

*) Soll auch in kleinen Krystallen an den angeführten Orten am *Lake Superior* vorkommen.

**) Schwefelwasserstoff reagirte viel schwächer, als Kaliumeisencyanür; dieses ist also ein empfindlicheres Reagens als jenes auf Kupfer.

***) Bei diesen und den folgenden Versuchen wandte ich stets 2—4 Pfd. Wasser an und filtrirte die Lösungeu vor dem Abdampfen, wenn sie sich auch vollkommen geklärt hatten. Eine eben so grofse Menge dest. Wasser für sich abgedampft, lieferte eine ganz unwägbare Spur; die bestimmten Löslichkeits-Verhältnisse sind daher so genau, als sie der Natur der Sache nach sein können.

allein eine vollständige Zersetzung desselben konnte nicht erreicht werden. Es fanden sich in

9948 Th. Lösung 1 Th. Rückstand, bestehend aus

Kieselsäure	.	0,49
Kupferoxyd	.	0,51

Im kohlensauren Wasser hatte sich daher ungefähr 10 Mal so viel als in reinem gelöst, und in jener Lösung war verhältnifsmäfsig viel weniger Kieselsäure als in dieser vorhanden.

(C) Als Kohlensäure 8 Stunden lang durch Wasser, worin Kieselkupfer von *Tagilsk* suspendirt war, geleitet wurde, reagirte Kaliumeisencyanür merklich. Nach achttägigem Durchleiten war die Reaction sehr stark. Weifse Kieselsäure-Flöckchen schwammen gleichfalls in der Flüssigkeit. Es fanden sich in

18089 Th. Lösung 1 Th. Rückstand, bestehend aus

Kieselsäure	.	0,19 *)
Kupferoxyd	.	0,81

(D) Als Kohlensäure 8 Tage lang durch Wasser, worin Dioptos suspendirt war, geleitet wurde, reagirte Kaliumeisencyanür nicht im mindesten und auch nicht, als die Flüssigkeit 12 Tage lang im verschlossenen Gefäfse gestanden hatte. Erst nach einigen Wochen zeigte sich eine Reaction. Auch hier zeigten sich weifse Kieselsäure-Flöckchen in der Flüssigkeit. Es fanden sich in

75308 Th. Lösung 1 Th. Rückstand, bestehend aus

Kieselsäure	.	0,17 **)
Kupferoxyd	.	0,83

Aus diesen drei Versuchen ergiebt sich, dafs künstliches wie natürliches Kupferoxydsilicat durch Kohlensäure zersetzt wird ***); denn die Zusammensetzung der Rück-

*) Etwas eisenhaltig vom Eisengehalte im Kieselkupfer.

**) Etwas eisenhaltig.

***) Diese Zersetzung zeigt sich auch im Kupferblau aus den *Turjin*'schen Gruben am *Ural*; denn dasselbe braust mit Säuren, während das oben angeführte Kupferblau damit nicht braust (G. Rose).

stände in C und D ist ganz verschieden von der der angewandten Kupferoxydsilicate. In C und D ist aber die Zusammensetzung für identisch zu nehmen, da die geringe Differenz zwischen beiden in der schwierigen Analyse so geringer Rückstände zu suchen ist. Reducirt man die Quantitäten der aufgelösten Kieselsäure auf gleiche Quantitäten kohlensauren Wassers: so erhält man

für B = 1, für C = 0,21, für D = 0,045 Kieselsäure.

Reducirt man gleichfalls die Quantitäten des aufgelösten Kupferoxyd auf gleiche Quantitäten kohlensauren Wassers: so erhält man

für B = 1, für C = 0,87, für D = 0,215 Kupferoxyd.

Die Mengen der aufgelösten Kieselsäure nehmen daher in sehr bedeutenden, die des aufgelösten Kupferoxyd in weniger bedeutenden Verhältnissen ab. Noch auffallender tritt diefs hervor, wenn man die so sehr verschiedenen Zeiten beachtet, innerhalb welcher die Auflösungen oder vielmehr die Zersetzungen der angewandten Kupferoxydsilicate stattfanden. Approximativ sind diese Zeiten

für B = 1, für C = 16, für D = 1008.

Diese ausserordentlichen Differenzen in den Quantitäten der aufgelösten Substanzen und in den Zeiten, die dazu erforderlich waren, können ihren Grund nur in den verschiedenen Aggregatzuständen und in den verschiedenen Modificationen der angewandten Kupferoxydsilicate haben. Das künstliche kieselsaure Kupferoxyd, ein chemischer Niederschlag, mithin in der feinsten Zertheilung, angewandt in noch feuchtem Zustande, befand sich in der löslichsten Modification; das Kieselkupfer und der Dioptas waren dagegen schon längst in die am wenigsten lösliche Modification übergegangen. Das Kieselkupfer ist amorph, der Dioptas aber krystallisirt; darin sind die bedeutenden Unterschiede in ihrer Zersetzbarkeit und in der Dauer derselben zu suchen. Da diese beiden Kupferoxydsilicate von den stärkeren Säuren leicht zersetzt werden: so ersieht man, dafs diese Zersetzbarkeit nicht ein Maafsstab für die Zersetzbarkeit durch die schwache Kohlensäure sein kann. Diefs führt abermals auf überaus lange Zeiträume, welche zur Zersetzung der Mineralien und Ge-

birgsgesteine durch dieses so allgemeine Zersetzungsmittel erforderlich sind. Die Zersetzung des Dioptas durch kohlensaures Wasser zeigt aber, dafs kein Gestein, welches mit Kohlensäure verbindbare Basen enthält, auf die Dauer diesem Agens widerstehen kann.

Was das kohlensaure Wasser in diesen drei Versuchen aufgelöst hat, ist ohne Zweifel ein Gemeng aus kohlensaurem Kupferoxyd und Kieselsäure; denn die Menge der letzteren erreicht selbst in dem, von künstlichem Kupferoxydsilicat Aufgelösten noch lange nicht das Maximum der in Sauerquellen gefundenen Kieselsäure.

Die Löslichkeit des Kupferoxydsilicat (A) in reinem Wasser zeigt zwar, wie eine solche Lösung das kohlensaure Bleioxyd verdrängen kann (S. 1885); der so bedeutend vorwaltende Gehalt an Kupferoxyd, im Verhältnisse zu der Kieselsäure in dem erhaltenen Rückstande, läfst jedoch schliefsen, dafs auch in diesem Falle die Lösung mit einer Zersetzung auf Kosten der im destillirten Wasser nie fehlenden, wenn auch nur sehr geringen Menge Kohlensäure verknüpft war. War aber das Kupfer als Carbonat vorhanden: so würde sich aus einer solchen Lösung kein Kupferoxydsilicat abgesetzt haben. Da dieses Silicat, im pseudomorphen wie im nicht pseudomorphen Kieselkupfer, unstreitig ein Absatz aus Gewässern ist: so können diese auch nicht eine Spur von Kohlensäure enthalten haben. Der Fall findet aber bei allen durch Gebirgsgesteine filtrirenden Gewässern statt, welche, ehe sie Silicate auflösen, ihre Kohlensäure durch Bildung von Carbonaten verloren haben.

Kupferoxyd findet sich in mehreren wasserhaltigen zusammengesetzten Silicaten: so in den meisten Allophanen, welche unregelmäfsige Räume auf Eisen- und Kupfererz-Lagern ausfüllen, von 0,25 bis 19,2 steigend (Walchner, Guillemin, Ficinus, Stromeyer, Bergemann, Schnabel). Glokker *) beschreibt eine sehr jugendliche Bildung des Allophan in einem, viele Jahre lang ausser Betrieb gestandenen Stollen in grofser Menge an der Decke, Sohle und an den

*) Der blaue Stollen bei Zuckmantel in Poggend. Ann. Bd. LXXXVIII. S. 597.

Wänden. Da darin Kupferkies und Feldspath, im Bleiglanz eingesprengt, vorkommen: so sind die Bedingungen zur Bildung dieses Minerals gegeben. Durch Zersetzung des Kupferkieses wird schwefelsaures Kupferoxyd, durch die des Feldspaths und des Glimmers im Glimmerschiefer des Nebengesteins des Stollens werden alkalische und Thonerde-Silicate geliefert. Das schwefelsaure Kupferoxyd und die alkalischen Silicate zersetzen sich, das gebildete Kupfersilicat verbindet sich mit dem Thonerdesilicat und mit Wasser und giebt Allophan. Diese Bildung zeigt auf eine sehr augenfällige Weise, wie selbst in einer, geologisch genommen, sehr kurzen Zeit bedeutende Quantitäten der so schwerlöslichen kieselsauren Thonerde durch Gewässer fortgeführt werden können, und diefs wirft Licht auf so manche metamorphische Processe, die sich nur durch Fortführung von Thonerde erklären lassen (S, 1437). Das aus dem Stollen abfliefsende Wasser setzt jetzt noch etwas Allophan als ganz schwachen blafsblauen Ueberzug auf den Gesteinen ab.

Kupferoxyd kommt ferner vor im Esmarkit aus dem Granit von *Bräkke*, 0,45 mit Blei, Kobalt, Titan, im Praseolith, von *Brevig* 0,5 mit Blei, Kobalt und Kalk (Erdmann), im Tritonit 4,62 mit Mangan, Zinn, Wolfram (Berlin), im Orthit eine geringe Menge (Svanberg), im Cerit eine Spur (Hermann) in einem asbestartigen Mineral von *Reichenstein* in Diopsid übergehend 0,4 (Richter), im Analcim vom *Lake Superior*, welcher von Kupfersilicat oder Kupfercarbonat grün von Kupferoxydul roth gefärbt ist. Der Analcim von *Eagle Harbor* enthält ein Netzwerk von gediegenem Kupfer, der Datholit vom *Lake Superior* ist in der Nähe des Kupfers durch Kupferoxydul blafsroth gefärbt, der Prehnit von diesem Fundorte enthält 1,04 Kupferoxydul (J. W. Foster und J. D. Whitney) *). In der Nähe so bedeutender Kupfermassen, wie in diesem Fundorte, schliefsen daher Mineralien Kupferverbindungen ein, welches vermuthen läfst, dafs sie auch in anderen Gesteinen, wo ihre Gegenwart erst durch die Analyse nachgewiesen wird, mechanisch eingeschlossen sein

*) A. a. O. S. 95. 101 u. 107.

können. Im Nontronit von *Montmort* bei *Autun* fand Jacquelin 0,9 Kupferoxyd.

Kupferoxyd findet sich auch in einigen wasserfreien zusammengesetzten Mineralien: so im grünen Feldspath (Amazonenstein) aus *Sibirien* 0,3 mit Eisenoxyd (Abich), im Isophyr aus Granit und aus einer eigenthümlichen Breccie bei *Edinburg* 1,94 (Turner), im Fayalit aus einem vulkanischen Gesteine, 0,3—2,3 (C. Gmelin, v. Fellenberg) (vielleicht ist aber das Kupfer als Schwefelkupfer darin vorhanden) im Epidot von *St. Marcel* in *Piemont* 0,4 mit Zinnoxyd (Sobrero), im Eudialyt aus dem Gneifs zu *Kangerdluarsuk* in *Grönland* 0,95 (Pfaff).

Kieselsaures Nickeloxyd findet sich nicht als einfaches Silicat. *Pimelith*, aus *Schlesien*, besteht aus wasserhaltigem Nickeloxyd und Magnesiasilicat (4 At. Kieselsäure, 3 At. Nickeloxyd, 1 At. Magnesia, 2 At. Wasser, mit geringen Mengen von Thonerde, Eisenoxydul und Kalk C. Schmidt). Dieses Doppelsilicat ist übrigens mit dem Pimelith nicht zu identificiren; denn der Pimelith oder die grüne Chrysopraserde enthält nur 15,63 Nickeloxyd, und 38,12 Wasser (Klaproth); dagegen letzteres in jenem nur 5,23 beträgt. Ein von W. Baer analysirter Pimelith enthält 2,78 Nickeloxyd, 21,03 Wasser und Bitumen, und ist daher von jenem verschieden. Nickeloxyd kommt ferner vor im Olivin, 0,32 — 0,37 (Stromeyer), im Serpentin 0,22—0,9 (Stromeyer, Brewer, Hermann), im Talk 0,24—0,39 (Scheerer). In der Asche von der Eruption des *Hekla* vom Jahr 1845 fand Genth Spuren von Nickel und Kobalt.

Kieselsaures Nickeloxyd künstlich dargestellt aus schwefelsaurem Nickeloxyd-Kali durch überschüssig zugesetztes kieselsaures Kali ist blafsgrün. In 59821 Th. reinen Wassers löste sich 1 Th. Silicat, welches aus 0,5 Th. Nickeloxyd und 0,5 Th. Kieselsäure bestand. Als Kohlensäure drei Tage lang durch Wasser, worin das Silicat eingerührt war, geleitet, und die vom Rückstande abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockne abgedampft wurde, blieb ein blafsgrüner Rückstand, der in der Kälte nicht, aber in der Wärme mit Salzsäure etwas brauste. In 10225 Th. kohlensaurem Wasser waren 1 Th. aufgelöst, welcher aus 0,63 Nickeloxyd und 0,37 Kieselsäure

bestand. Das kieselsaure Nickeloxyd wird also durch Kohlensäure zersetzt *).

Kieselwismuth von *Schneeberg* mit Quarz, Wismuthocher und gediegenem Wismuth, auch zu *Bräunsdorf* bei *Freiberg*, scheint wesentlich aus kieselsaurem Wismuthoxyd (22,23 Kieselsäure und 69,38 Wismuthoxyd) zu bestehen (Kersten). Ob die vorhandene Phosphorsäure und Flufssäure mit einem Theil Wismuthoxyd oder mit Eisenoxyd verbunden sind, bleibt dahin gestellt. Hypochlorit, auf Gängen im Thonschiefer zu *Schneeberg*, früher auch im Glimmerschiefer zu *Johanngeorgenstadt*, mit gediegen Wismuth, besteht aus 50,24 Kieselsäure und 13,03 Wismuthoxyd (Schüler). Obgleich diese Zusammensetzung von der des Kieselwismuths quantitativ wesentlich abweicht: so ist doch bemerkenswerth, dafs Phosphorsäure und Eisenoxydul nebst Thonerde auch darin enthalten sind.

Kieselsaures Kobaltoxyd ist nicht bekannt. Mit Bestimmtheit läfst sich nicht einmal angeben, ob es als Silicat in zusammengesetzten Silicaten vorkommt. Der schwarze Erdkobalt von *Rengersdorff* in der *Oberlausitz* enthält 19,4 Kobalt- und Manganoxyd mit Thonerde und Kieselsäure (Klaproth), der von *Saalfeld* blofs Kobaltoxyd mit Manganoxyd (Döbereiner). Sollte jenes darin als Superoxyd enthalten sein: so

*) Da die Menge des Rückstandes (2,11 Gran), für die Bestimmung der Kohlensäure zu gering war: so läfst sich nicht angeben, wie viel Carbonat sich gebildet hatte. Hatte das in kohlensaurem Wasser gelöste kieselsaure Nickeloxyd noch dieselbe Zusammensetzung, wie das angewandte: so würde der Rückstand aus 0,74 Silicat und überschüssigem 0,26 Kupferoxyd bestanden haben. Es ist aber auch möglich, dafs in der Flüssigkeit blofs kohlensaures Nickeloxyd und Kieselsäure, von dem zersetzten Silicat herrührend, vorhanden war. Das geringe Brausen des Rückstandes mit Salzsäure zeigt übrigens, dafs hier dasselbe wie bei der Zersetzung des kieselsauren Kupferoxyd durch Kohlensäure (S. 1886) stattgefunden hat. Im kohlensauren Wasser war saures kohlensaures Nickeloxyd aufgelöst, durch das Abdampfen wurde aber die Kohlensäure durch das Wasser gröfstentheils fortgetrieben; der Rückstand war daher vielleicht nur ein Gemeng von viel Nickeloxydhydrat mit wenig Nickeloxydcarbonat und von freier Kieselsäure oder von noch unzersetztem Nickeloxydsilicat.

würde seine Menge 35,47 betragen. Er enthält auch Eisenoxyd, arsenige Säure, Thonerde und Magnesia (Plattner). Nach Rammelsberg ist der schwarze Erdkobalt von *Camsdorf* bei *Saalfeld* eine Verbindung von 2 At. Mangansuperoxyd mit 1 At. (23,8) Kobalt- und Kupferoxyd. Im Brauneisenstein aus dem Flusse *Santée* in *Nordcarolina* fand Gottlieb 0,261 Kobaltoxyd mit viel Kieselsäure.

Kieselsaures Silberoxyd ist weder als einfaches Silicat, noch in zusammengesetzten Silicaten gefunden worden. Da das Silber bis jetzt überhaupt nur in Erzgängen und nicht im Gebirgsgesteine, oder wenn in diesem, doch nur in der Nähe jener gefunden wurde: so tritt gerade bei diesem Metalle am meisten die Frage hervor, in welchen Verbindungen es wohl in seine dermaligen Fundorte geführt worden sein möge. Silberoxyd ist eine starke Base; daher kann man gegen die Möglichkeit seiner Verbindung mit Kieselsäure nichts einwenden.

Kieselsaures Silberoxyd, durch Fällung einer neutralen Lösung von salpetersaurem Silberoxyd mittelst kieselsaurem Kali dargestellt, ist eine schmutzig gelbliche käsige Masse. Seine Leichtlöslichkeit zeigte sich schon beim Auswaschen; denn immerfort trübte Salzsäure und Schwefelwasserstoff das Abwaschewasser. Nach lange fortgesetztem Auswaschen wurde das kieselsaure Silberoxyd in einer grofsen Menge reinen Wassers eingerührt, nach zwei Tagen die Flüssigkeit abfiltrirt, und das aufgelöste Silicat durch Salzsäure niedergeschlagen. Es gaben 47650 Th. Lösung 1 Th. Chlorsilber. Da die Zusammensetzung des kieselsauren Silberoxyd nicht ermittelt wurde: so konnte das Chlorsilber nicht auf Silicat reducirt werden. So viel ist indefs gewifs, dafs dieses Silicat unter allen metallischen Silicaten, deren Löslichkeit ich bestimmt habe, das Löslichste in reinem Wasser ist.

Kieselsaures Silberoxyd in Wasser eingerührt und Kohlensäure 48 Stunden lang durchgeleitet, gab eine etwas schwärzliche Lösung, die jedoch ganz klar filtrirte. Nach dem Abdampfen, zuletzt bei gelinder Wärme, blieb ein dunkelbrauner Rückstand, der mit Salpetersäure stark brauste. Als sich kein Gas mehr entwickelte, wurde die Flüssigkeit gelinde erwärmt, wobei sich das Brausen wieder stärker einstellte.

Unter der Voraussetzung, dass das zersetzte Silicat als neutrales kohlensaures Silberoxyd gelöst war, ergiebt sich für den Rückstand die Zusammensetzung

Kohlensaures Silberoxyd .	0,88
Kieselsäure	0,12 *)
	1,00

welcher in 5116 Th. kohlensauren Wassers aufgelöst war. Ob diese Kieselsäure als solche oder mit einem Theile Silberoxyd verbunden war, läſst sich nicht entscheiden; jenes ist aber wahrscheinlicher als dieses, und in diesem Falle würde die Zersetzung des kieselsauren Silberoxyd vollständig gewesen sein.

Kieselsaures Bleioxyd ist als einfaches Silicat nicht bebekannt. Es kann nicht einmal dargethan werden, ob es in zusammengesetzten Silicaten vorkommt.

Bleioxyd findet sich im Kieselzink von *Limburg* 0,28, mit einer Spur von Zinnoxyd (Berzelius), von *Nertschink* 2,7 (Hermann), im Orthit eine geringe Menge (Svanberg), im Thorit 0,8 (Berzelius), im Wolchonskoit 0,16—1,01 (Kersten, Ilimoff), im Esmarkit aus Granit von *Brevig* in *Norwegen* 0,45 mit Kalk, Kupfer, Kobalt und Titan (Erdmann), im Fayalit, (S. 1891) 1,8 (Fellenberg) **).

*) Die Kieselsäure scheint durch eine starke Verwandtschaft an das Silberoxyd gebunden zu sein; denn erst durch Digeriren mit Salpetersäure wurde alles Silber ausgezogen.

**) Es kann nicht zweifelhaft sein, daſs dieses Bleioxyd ursprunglich im ganzen Gesteine vertheilt war, und erst später durch Gewässer in die Drusenräume geführt wurde.

Als zu einer Lösung von Chlorblei kieselsaures Kali gesetzt wurde, entstand eine starke Trübung; aber überschüssig zugesetztes kieselsaures Kali löste den Niederschlag wieder auf. Wurde Salzsäure zugesetzt, bis die alkalische Reaction des kieselsauren Kali verschwand: so kam der Niederschlag wieder zum Vorschein. Als zu einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd kieselsaures Kali im Ueberschusse gesetzt wurde, entstand ein bedeutender weiſser Niederschlag, und als er ausgewaschen wurde, reagirte Schwefelwasserstoff im Abwaschewasser so lange, als sich noch alkalische Reaction zeigte. Als diese ver-

Folgende Versuche wurden angestellt, um das Verhalten mehrerer künstlich dargestellter kieselsaurer Metalloxyde zum Schwefelwasserstoff zu ermitteln.

Kieselsaures Zinkoxyd wurde in Wasser eingerührt und Schwefelwasserstoff durchgeleitet; es entstand ein fleischfarbener Niederschlag [1]. Die abfiltrirte Flüssigkeit enthielt eine Spur von Schwefelsäure, herrührend von einer theilweisen Oxydation des Schwefelwasserstoffs. Der ausgewaschene Niederschlag hatte sich, nach dem Trocknen in der Luft, auf dem Filter in kleinen Partikelchen aufgerollt, in denen ein opalartiger Kern enthalten war, den eine bräunliche Kruste umgab. Verdünnte Schwefelsäure entwickelte aus dieser Kruste Schwefelwasserstoffgas. Kieselsaures Zinkoxyd wird daher durch Schwefelwasserstoff in Schwefelzink und Kieselsäure zersetzt, und beide sondern sich beim Trocknen von einander ab.

Kieselsaures Kupferoxyd in Wasser eingerührt und Schwefelwasserstoff durchgeleitet, wurde sogleich braun. Schwefelwasserstoff zersetzt also auch dieses Silicat. Nachdem das Gas so lange durchgeleitet worden, bis die grünliche Färbung ganz verschwunden war, wurde filtrirt. Das Filtrat war braun und zeigte sich in einem, einige Zoll weiten Glas ganz undurchsichtig, in einem Probirröhrchen durchscheinend. Auf dem Filter blieb ein Rückstand, der nach dem Trocknen dunkelgrün war, und kleine, unregelmäfsige, weifse Parthien Kieselsäure eingeschlossen hielt. Als ein Theil dieser braunen Flüssigkeit mehrere Tage in einem offenen Gefäfse gestanden, und der Geruch nach Schwefelwasserstoff sich verloren hatte, war sie klar geworden und filtrirte wasserhell; schwarzgrüne Flocken hatten sich abgesetzt. Ebenso verhielt sich diese Flüssigkeit, als sie 24 Stunden lang in der Sonnen-

schwand, reagirte auch Schwefelwasserstoff nicht mehr. Kieselsaures Bleioxyd ist daher in reinem Wasser ebenso schwerlöslich, oder, nach chemischen Begriffen, ebenso unlöslich als Schwefelblei. Weitere Versuche zeigten entschieden, dafs sich kieselsaures Bleioxyd nicht blofs in kieselsaurem Kali, sondern auch in kohlensauren Alkalien in sehr merklicher Menge auflöst.

[1] Diese Farbe rührte von einem geringen Eisengehalte her.

wärme theilweise abgedampft wurde. Durch Oxydation des Schwefelwasserstoffs hatte sich etwas Schwefelsäure in der Flüssigkeit gebildet. Durch Abdampfen einer gröfseren Menge dieser Flüssigkeit bis zur Trockne blieb ein schmutzig weifser Rückstand, der aus Kieselsäure und Schwefelkupfer bestand. Als der freie Schwefelwasserstoff aus der Flüssigkeit durch eine Lösung von essigsaurem Bleioxyd gefällt wurde, filtrirte die Flüssigkeit ganz klar.

Das kieselsaure Kupferoxyd ist demnach im Schwefelwasserstoff-Wasser nicht unbedeutend auflöslich.

Als der dunkelschwarzgrüne Absatz, welcher sich beim Durchleiten des Schwefelwasserstoffs aus der braunen Flüssigkeit abgeschieden hatte, mit Salpetersäure behandelt wurde, blieb weifse Kieselsäure zurück. Durch die Loupe sah man, dafs das Schwefelkupfer mit der Kieselsäure nicht innig gemengt war, sondern dafs sich letztere in kleinen Pünctchen abgesondert hatte.

Kieselkupfer von *Tagilsk* am *Ural* hat dieselbe Farbe wie künstliches kieselsaures Kupferoxyd. Als Wasser darüber gekocht wurde, reagirte dieses weder auf Kaliumeisencyanür noch auf Schwefelwasserstoff. Das fein geriebene Kieselkupfer wurde in Wasser eingerührt und Schwefelwasserstoff durchgeleitet, bis die grüne Farbe verschwunden war. Die Flüssigkeit verhielt sich ebenso, wie die beim künstlichen kieselsauren Kupferoxyd erhaltene. Sie war ebenso dunkelbraun gefärbt, und nachdem sie bis zum Sieden erhitzt und filtrirt worden, wurde ein noch dunkler grünes Filtrat erhalten, als das war, welches das künstliche kieselsaure Kupferoxyd gegeben hatte, und nach einiger Zeit setzte sich ein dunkelgrüner Niederschlag ab. Ammoniak färbte das Filtrat nicht blau. Kaliumeisencyanür konnte, der dunklen Farbe wegen, nicht reagiren. Auf dem Filter blieb ein dunkelgrüner Rückstand, der weniger betrug, als beim künstlichen kieselsauren Kupferoxyd.

Es ist auffallend, dafs sich die dunkelbraune Flüssigkeit von der Behandlung des Kieselkupfers mit Schwefelwasserstoff, selbst wenn sie einige Minuten lang gekocht wird, doch nicht ganz entfärbt, während sie, 24 Stunden lang in einem offenen Gefäfse der Sonnenwärme ausgesetzt, ganz farblos,

und das Aufgelöste vollständig abgeschieden wird. Dasselbe zeigte sich, als die Flüssigkeit in einem offenen Gefäfse in gewöhnlicher Temperatur ungefähr 2 Wochen lang stehen blieb. Es entstand ein schwarzgrüner Niederschlag; Kaliumeisencyanür reagirte nicht auf das Filtrat und der Geruch nach Schwefelwasserstoff war ganz verschwunden. Der Schwefelwasserstoff entweicht daher nicht beim kurzen Kochen, dagegen nach längerer Zeit schon in gewöhnlicher Temperatur. Im letzteren Falle wird aber eine sehr merkliche Menge Schwefelsäure gebildet.

Ein grofses Stück Kieselkupfer wurde in, mit Schwefelwasserstoff gesättigtem Wasser in einem verschlossenen Gefäfse bald ganz schwarz, und am folgenden Tage war das Wasser milchig trübe geworden. Nach 14 Tagen schwebten unzählige weifse Flöckchen im Wasser, welches noch nach Schwefelwasserstoff roch. Dieser hatte daher einen Theil des Kieselkupfers zersetzt, die ausgeschiedene Kieselsäure hatte sich theils im Wasser gelöst, theils schwebte sie darin, theils bildete sie einen geringen Bodensatz.

Dioptas, gepülvert und geschlämmt, verhielt sich im Wasser suspendirt und mit Schwefelwasserstoff behandelt, wie gepülvertes Kieselkupfer. Dioptaskrystalle auf dieselbe Weise behandelt wurden nicht geschwärzt, und selbst nach 14 Tagen hatte sich noch ihre schöne grüne Farbe und ihr Glanz erhalten. Auf dem Boden und am Rande des Glases hatte sich jedoch eine äufserst dünne Lage eines weifsen Pulvers abgesetzt. Der Schwefelwasserstoff hatte daher gleichfalls etwas Kieselsäure ausgeschieden, aber auffallender Weise noch kein sichtbares Schwefelkupfer gebildet. Um die Einwirkung zu verstärken, wurde aufs Neue Schwefelwasserstoff durch das Wasser geleitet und das Gefäfs wieder verschlossen. Nach fünf Tagen, mithin 19 Tage nach dem Anfange des Versuchs, wurden die Krystalle an einzelnen Stellen schwarz, und nach 42 Tagen waren sie ganz schwarz und zu einem gröblichen Pulver zerfallen. In einzelnen gröfseren Fragmenten zeigten sich noch hier und da grüne Stellen.

Es würde von Interesse gewesen sein, diese Versuche zu wiederholen, und die Zersetzungsproducte quantitativ zu bestimmen; dazu reichte aber die Zeit nicht hin. So viel thun

sie aber dar, dafs Schwefelwasserstoff kieselsaures Kupferoxyd, künstliches wie die natürlichen, und letztere sowohl in Pulverform als auch in ganzen Stücken oder in Krystallen vollständig zersetzt. Zwischen der Zersetzung des amorphen Kieselkupfers und der ganzen Dioptaskrystalle zeigte sich ein bedeutender Unterschied in der Zeit der Einwirkung. Obgleich beide Silicate schon längst in die unlösliche Modification übergegangen waren, wie sich auch daraus ergiebt, dafs selbst kochendes Wasser nicht so viel von beiden aufzulösen im Stande war, um das Aufgelöste durch die empfindlichsten Reagentien nachweisen zu können: so ist doch bemerkenswerth, dafs sich im Verhalten zum Schwefelwasserstoff, der Zeit nach, kein merklicher Unterschied zwischen dem künstlichen kieselsauren Kupferoxyd und den natürlichen Silicaten, als sie in Pulverform angewandt wurden, gezeigt hat. Diefs rührt ohne Zweifel davon her, dafs der Unterschied zwischen der löslichen und unlöslichen Modification eines Silicats um so mehr verschwindet, je kräftiger die Zersetzungsmittel sind. Die kräftige Salpetersäure zersetzt gleich schnell Dioptas oder künstliches kieselsaures Kupferoxyd, ebenso wirkt der kräftige Schwefelwasserstoff, wenn die natürlichen Silicate gepülvert sind; anders verhält es sich aber, je nachdem das Kieselkupfer in gröfseren Stücken und der Dioptas in ganzen Krystallen angewandt werden. Noch mehr tritt aber dieser Unterschied hervor bei der Zersetzung durch die schwache Kohlensäure. Wird künstliches wie natürliches kieselsaures Kupferoxyd in Pulverform dem kohlensauren Wasser ausgesetzt: so zeigt sich sogar zwischen dem Kieselkupfer und dem Dioptas ein bedeutender Unterschied in der Zeit der Einwirkung (S. 1888). Dieser Unterschied rührt ohne Zweifel davon her, dafs selbst fein gepülverte Krystalle nicht aus amorphen, sondern aus krystallinischen Theilchen bestehen.

Diese Unterschiede im Verhalten löslicher oder unlöslicher, amorpher oder krystallinischer Silicate sind aber blofs relative. Unzweifelhaft wird Wasser, wenn es auch nur so wenig Schwefelwasserstoff, wie die Schwefelquellen, enthält, und nur tropfenweise mit Dioptaskrystallen in Berührung kommt, diese in längerer Zeit eben so vollständig zersetzen,

als das mit Schwefelwasserstoff gesättigte Wasser sie in 42 Tagen zersetzt hatte. Daher ist die Möglichkeit einer Bildung von Kupferglanz-Pseudomorphosen nach Dioptas gegeben, und noch leichter könnte sich das amorphe Kieselkupfer in Kupferglanz umwandeln, welches freilich nicht durch eine Pseudomorphose nachgewiesen werden könnte.

Kieselsaures Nickeloxyd, in Wasser eingerührt und Schwefelwasserstoff durchgeleitet, wurde gleichfalls alsbald zersetzt und gab schwarze Flocken. Als das Silicat über Nacht mit dem Schwefelwasserstoff-Wasser in Berührung geblieben war, hatte sich die ganze Menge desselben geschwärzt. Die Flüssigkeit klärte sich nicht, sondern blieb milchig; durch Filtriren wurde sie zwar ziemlich klar, sie war aber etwas bräunlich. Auch nach einigen Wochen hatte sie sich im verschlossenen Gefäfse noch nicht geklärt, sondern war sogar noch dunkler geworden, welches davon herrührte, dafs sie noch einen starken Schwefelwasserstoff-Geruch hatte, und dafs daher die Zersetzung des Silicat noch fortschreiten konnte. Die filtrirte Flüssigkeit war braun und milchig.

Kieselsaures Silberoxyd, künstliches, in Wasser eingerührt und Schwefelwasserstoff durchgeleitet, gab, wie die obigen Silicate, eine dunkelbraune Flüssigkeit, welche beim Ausgiefsen etwas milchig wurde. Als sie eine Zeit lang gekocht wurde, bis der Geruch nach Schwefelwasserstoff verschwunden war, filtrirte sie doch noch bräunlich ab. Salpetersäure zersetzte sie in der Kälte, die Flüssigkeit filtrirte dann ganz klar, wurde aber bald wieder milchig.

Die drei Silicate von Kupfer, Nickel und Silber, deren Verhalten zum Schwefelwasserstoff untersucht wurde, lösen sich daher in Schwefelwasserstoff-Wasser auf. Wahrscheinlich werden andere Silicate elektropositiver Metalloxyde ein ähnliches Verhalten zeigen.

Kieselsaures Bleioxyd, künstliches, mit Schwefelwasserstoff behandelt, schwärzte sich, und wurde, wie wahrscheinlich alle kieselsaure Metalloxyde, dadurch zersetzt. Obgleich aber der Schwefelwasserstoff in der Flüssigkeit in grofsem Ueberschusse vorhanden war: so filtrirte sie doch ganz farblos. Schwefelwasserstoff-Wasser löst also kieselsaures Bleioxyd nicht auf.

Unter allen nutzbaren Metallen wurde, aufser Eisen und Mangan, kein Metall so häufig, wenn auch stets nur in sehr geringen Mengen in Gebirgsgesteinen gefunden, wie das Kupfer. Frick *) war der erste, welcher in drei Thonschiefern 0,13, 025 und 0,30 Kupferoxyd fand. Es wurde nicht durch Säuren extrahirt, sondern fand sich in der mit kohlensaurem Baryt aufgeschlossenen Masse. List **) fand in grünen Taunusschiefern 0,05 und 0,06. Ich prüfte drei Thonschiefer auf Metalloxyde. Durch Aufschliefsen mit kohlensaurem Kali wurden in einem vom Nebengesteine des Eisenspathganges der Grube *Pferd* bei *Siegen*, 0,067 Kupferoxyd mit etwas Eisenoxyd und Thonerde verunreinigt, in einem anderen, vom Nebengesteine der Eisenspath-Grube *Friedrich Wilhelm* bei *Siegen*, 0,3 Kupferoxyd gefunden. Als eine grofse Menge jenes Thonschiefers mit Salzsäure, und hierauf der Rückstand mit Salpetersäure digerirt wurde, konnte in beiden Auszügen Kupfer nachgewiesen, aber nicht seine Menge bestimmt werden. Der gröfsere Theil desselben war daher in einer Verbindung vorhanden, welche erst beim Aufschliefsen mit kohlensaurem Kali erhalten wird, und der gewifs nicht zwischen den Schieferungsflächen abgelagert war. Der dritte Thonschiefer vom *Appolinarisberg* bei *Remagen* wurde gleichfalls mit Salzsäure und hierauf mit Salpetersäure digerirt. Die Gegenwart des Kupfers wurde in dem Niederschlage aus den sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff, und, nachdem dieser wieder in Salzsäure aufgelöst worden, auch durch Kaliumeisencyanür dargethan. Nach der schwach röthlichen Färbung zeigte sich eine weifsliche, welche entweder von Zink oder von Blei oder von beiden zugleich herrühren mufste. Es war aber nicht möglich, durch andere Reagentien hierüber zu entscheiden, und mufs diefs einer weiteren Prüfung überlassen bleiben.

Es scheint daher, als könnte in jedem Thonschiefer Kupfer gefunden werden, wenn man sich nur die Mühe giebt, es aufzusuchen.

*) Poggend. Annal. Bd. XXXV. S. 193.

**) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXXXI. S. 181 u. 257.

Mein verehrter Freund Breithaupt hatte die Güte, mir einen Thonschiefer von *Lobenstein* im Fürstenth. *Reufs* mitzutheilen, auf dessen Schieferungsflächen sich ein Anflug von Kupfergrün in einzelnen Parthien findet. Eine chemische Prüfung war zwar überflüssig; ich stellte sie aber an, und es glückte mir, aufser Kupfer, eine Spur von Blei zu finden.

Von dem Vorkommen verschiedener Metalle in der Asche der Steinkohlen war schon die Rede (S. 1769). Daubrée *) fand in 1 Kilogramm Steinkohle bis zu 2 Gramm Arsenik. Richardson **) fand in der Asche einer Steinkohle, wahrscheinlich von *Berwick* in *Schottland* Titansäure 7,01, Kieselsäure 1,84, Schwefelsäure 21,2, Chlor 9,57, Magnesia 1,01, Kali 18,34, Natron 6,87, Eisenoxyd 26,99, Zinkoxyd 2,03, Kadmiumoxyd 1,42, Nickeloxyd 1,38. Wenn man die übrigen Säuren an die Basen vertheilt: so bleiben Titansäure, Kieselsäure und Eisenoxyd fast genau im Verhältnisse von Mosander's Titaneisenerz von *Arendal*.

In manchen Melaphyren findet sich ein namhafter Zinkgehalt (S. 1206). Nach Daubrée ***) enthält der Basalt vom *Kaiserstuhl* in 1 Kilogramm 0,03 Gramm Antimon und 0,01 Gr. Arsenik. Redtenbacher fand im Phonolit von *Teplitz* 0,012 Kupferoxyd.

Der Brauneisenstein enthält manchmal geringe Mengen Kupferoxyd, 0,9—1,9, von *Eiserfeld* und *Chile* (v. Kobell), Kupfer- und Bleioxyd 1,85 aus dem Flusse *Turga* bei *Bogoslowsk* (Hermann), Kobaltoxyd 0,26 aus dem Flusse *Santée* in *Nordcarolina* (Gottlieb).

Im Psilomelan von *Ilmenau* findet sich gleichfalls Kupferoxyd 0,4 bis 0,46 (Clausbruch, Herter, Heyl) und in dem von *Skidberg* in *Schweden* 0,03 Kobaltoxyd (Bahr).

Der Eisenocher enthält häufig Spuren von Arsenik (Walchner). Rammelsberg fand in dem Eisenocher, welchen die Quellen des *Alexisbad* absetzen 0,025—0,958 Arsenik, 0,017 Kupfer und 0,003 Zinn.

*) A. a. O.

**) Privatmittheilung in Liebig's und Kopp's Jahresb. f. 1847—1848. S. 1120.

***) Annal. des mines (4). T. XIX. P. 669.

Hieraus ergiebt sich, dafs die Gebirgsgesteine, von deren Eisen- und Manganoxydul-Silicaten diese Eisen- und Manganerze abstammen, geringe Mengen von diesen Metalloxyden, vielleicht als Silicate enthalten haben, welche mit den Carbonaten des Eisens und Mangans von den Gewässern fortgeführt worden sind.

B. Aluminate.

Die wenigen Aluminate, welche wir kennen, reihen wir an die Silicate, obgleich sie zu den jüngsten Bildungen gehören.

Gahnit, im Talkschiefer, im Granit und im Glimmerschiefer bei *Kupferberg* (Websky) *), ist ein Zinkoxyd-, Eisenoxyd, Magnesia-Aluminat, in welchem das Zinkoxyd zwischen 24,25 und 34,8 variirt.

Schwarzer Spinell (Kreittonit), auf Erzlagerstätten im Granit zu *Bodenmais* in *Baiern*, ist ein Zinkoxyd-, Eisenoxyd-, Magnesia- und Manganoxydul-Aluminat, in welchem das Zinkoxyd die vorwaltende Base ist und 26,67 beträgt (v. Kobell).

Halloysit vom *Altenberg* bei *Aachen* enthält 1,23 Zinkoxyd (Monheim). Ob es als Aluminat oder als Silicat vorhanden ist, bleibt unbestimmt.

Dysluit, von *Sterling* in *New-Yersey*, enthält 16,8 Zinkoxyd, wahrscheinlich mit Thonerde verbunden (Thomson). Damit verwandt ist der krystallinische *Franklinit*, der mit rothem Zinkoxyd eben daselbst vorkommt, und 9,3—10,34 Zinkoxyd mit Eisenoxyduloxyd und Manganoxydul, aber keine Thonerde enthält. In einem neben Franklinit auf Zinkblende zu *Bottino* und *Toscana* vorkommenden Verwitterungsproduct fand C. Bechi **) 31,72 Zinkoxyd, 47,45 Eisenoxyd und 20,82 Wasser.

Bleigummi, in Bleibergwerken von *Huelgoët* in der *Bretagne*, mit Bleiglanz und kohlensaurem Bleioxyd, schien ein wasserhaltiges Bleioxyd-Aluminat zu sein (Berzelius).

*) Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges. Bd. III. S. 12.

**) Sillim. Americ. Journ. (2) T. XIV. P. 62.

Damour fand aber darin Phosphorsäure, und danach betrachtet man es als eine Zusammensetzung aus phosphorsaurem Bleioxyd, Chlorblei und Thonerdehydrat. Das krystallisirte phosphorsaure Bleioxyd von diesem Fundorte hat dieselbe Zusammensetzung, aber in anderen Verhältnissen. Das von *la Nussière* bei *Beaujeu* scheint ein Gemeng aus Bleioxyd-Aluminat mit phosphorsaurem Bleioxyd zu sein (Dufrenoy). Eine sinterartige Bildung aus der Grube *Rosières* bei *Carmeaux*, mit basisch arseniksaurem Kupferoxyd bekleidet, erscheint als ein wasserhaltiges Gemenge von phosphorsaurer Thonerde, phosphorsaurem Bleioxyd und wahrscheinlich arseniksaurem Kupferoxyd (Berthier). Es ist also noch unentschieden, ob wirklich ein Bleioxyd-Aluminat vorkommt. Der grüne Chrysoberyll aus dem Glimmerschiefer vom *Ura* enthält 0,29 Kupfer- und Bleioxyd. Auch hier ist nicht zu entscheiden, ob diese Oxyde als Aluminate oder blofs beigemengt vorhanden sind.

Chlorospinell, aus dem Talkschiefer von *Slatoust*, enthält 0,27—0,62 Kupferoxyd (H. Rose). Ist dieses als Aluminat vorhanden, oder blofs eingemeugt?

Grüner Chrysoberyll, aus dem Glimmerschiefer des *Ural*, enthält 0,29 Kupfer- und Bleioxyd (Awdejew).

C. Schwefelmetalle.

Es kann nicht zweifelhaft sein, dafs in Gängen diejenigen Schwefelmetalle, deren Metalle entschieden als Silicate im Nebengesteine vorkommen, von neuerer Bildung als diese sind. Nur von den Silicaten des Eisens, Mangans, Cers, Lanthans, Didyms und Chroms ist ihre Existenz im Gebirgsgesteine entschieden nachgewiesen. Unter diesen Metallen sind es aber blofs Eisen und Mangan, welche mit Schwefel verbunden vorkommen; daher hat jenes Verhältnifs nur Beziehung auf Schwefeleisen und Schwefelmangan, und daher sind die Eisen- und Magnetkiese und die Manganglanze in den Gängen bestimmt jünger, als ihre Silicate im Nebengesteine. Alle übrigen Schwefelmetalle sind **für uns** die ältesten Verbindungen ihrer Metalle; denn wenn auch alles dafür spricht, dafs diese Schwefelmetalle, wie Schwefeleisen

und Schwefelmangan, vom Nebengestein abstammen, und wenn es auch noch so wahrscheinlich ist, dafs ihre Metalle als Silicate darin existirt haben: so fehlt doch die Gewifsheit, und da der Naturforscher bei seinen Classificationen nie über die Thatsachen hinausgehen darf: so bleiben für ihn jene Schwefelmetalle so lange die ältesten Verbindungen ihrer Metalle, als nicht nachgewiesen ist, dafs sie in anderen Verbindungen im Gebirgsgesteine vorkommen.

Da nur eine einzige Pseudomorphose eines Schwefelmetalls nach oxydirten Verbindungen seines Metalls, nämlich Bleiglanz in Formen nach Pyromorphit, bekannt ist: so führt auch diefs dahin, jene Schwefelmetalle für die ältesten Verbindungen ihrer Metalle zu halten. Wir dürfen jedoch darauf kein zu grofses Gewicht legen; denn es giebt auch keinen Eisenkies und Magnetkies in Formen einer oxydirten Eisenverbindung, und eben so wenig einen Manganglanz in Formen einer oxydirten Manganverbindung.

Die metamorphischen Processe im Mineralreiche scheinen daher nicht von der Art zu sein, dafs z. B. Eisenspath- oder Eisenglanzkrystalle mit Beibehaltung ihrer Form in Eisenkies umgewandelt werden können, während diese Umwandlungen auf künstlichem Wege sehr leicht zu bewerkstelligen sind (Bd. II. S. 198). Wir haben schon darauf aufmerksam gemacht (S. 1364), wie dieser Umstand einen stringenten Beweis von der gänzlichen Unhaltbarkeit der Hypothesen darbietet, dafs Pseudomorphosen auf plutonischem Wege von Statten gegangen seien. Wir fügen hinzu, dafs der Fund einer Pseudomorphose von Eisenkies nach Eisenspath oder Eisenglanz eine Entdeckung wäre, welche alle vagen Argumente der Plutonisten überwiegen würde.

Es ist eine sehr wichtige Thatsache, dafs auch Schwefelmetalle als Pseudomorphosen vorkommen, aber nur in Formen anderer Schwefelmetalle. Eine solche Pseudomorphose, Eisenkies nach Arsenikkies, wurde schon angeführt; in den folgenden Blättern lernen wir noch mehrere kennen. Den Schlufs, dafs sich die oxydirten Eisenerze als solche nicht in Schwefeleisen umwandeln können, oder dafs, wenn diese Umwandlung im Mineralreiche wirklich stattfindet, die frühere Form verloren geht, haben wir auch auf die anderen

oxydirten Erze auszudehnen. Sollten daher in Gängen, wo jetzt Schwefelmetalle gefunden werden, früher oxydirte Erze vorhanden gewesen sein, welche später in jene umgewandelt wurden: so würde die Form verloren gegangen sein. Wären sie auf plutonischem Wege eingeführt worden, und wären sie in noch erhitztem Zustande mit Schwefelwasserstoff-Exhalationen in Berührung gekommen: so hätten sie sich ohne Zweifel, wie die oxydirten Eisenerze, mit Beibehaltung der Form in Schwefelmetalle umgewandelt. Die Annahme hat daher die gröfste Wahrscheinlichkeit, dafs die Schwefelmetalle entweder als solche und auf nassem Wege in die Gangspalten geführt wurden, oder dafs, wenn sie sich erst in diesen gebildet hatten, die Metalle als Oxyde oder als Salze in wässerigen Lösungen in dieselben gekommen waren.

Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, so wie die meisten natürlichen Schwefelmetalle decrepitiren beim Erhitzen. Künstlich dargestellte Schwefelmetalle, wie z. B. Schwefelblei aus Ofenbrüchen, decrepitiren aber nicht. Es würde interessant sein, solches sublimirtes Schwefelblei längere Zeit in Wasser zu legen, und dann zu prüfen, ob es decrepitirt oder nicht. Im bejahenden Falle würde diefs nicht gegen die Möglichkeit einer plutonischen Bildung der Schwefelmetalle sprechen; im verneinenden Falle würde sich aber daraus ein neues Argument gegen eine solche Bildung ergeben.

Cotta *) beschrieb eine Ausfüllung von Spalten im Sohlengesteine eines Flammofens mit Schwefelmetallen, die man auf den ersten Blick für Bleiglanz, Blende, Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz zu halten geneigt war. Aus der chemischen Analyse von Plattner ergab sich aber, dafs ausser Bleiglanz nur ein Product dem Kupferkies sehr ähnlich, und dafs ein anderes Schwefelkupferblei war. Gegen die aus dieser Erscheinung von Cotta gezogene Folgerung, dafs diese künstlichen Gänge Producte heifsflüssiger Infiltration oder einer Sublimation oder beider zugleich sind, ist um so weniger etwas zu erinnern, als sowohl das aus den Antimonglanzerzen gesaigerte Antimonium crudum krystallinisch-blättrig und dem Antimonglanz, als auch das durch

*) Gangstudien Bd. II. S. 1 ff.

Sublimation entstandene Schwefelblei aus Ofenbrüchen dem Bleiglanz sehr ähnlich ist. Die zweite Folgerung, dafs Erzgangbildungen auf denselben Wegen möglich seien, ist zunächst an die Bedingung zu knüpfen, dafs auf feuerflüssigem Wege künstlich gebildete Schwefelmetalle durch Behandeln mit wässerigen Flüssigkeiten die Eigenschaft der natürlichen, beim Erhitzen zu decrepitiren, erlangen. Uebrigens bemerkt Cotta selbt, indem er sich auf meine Abhandlung über die Bildung der Quarzgänge *) bezieht, dafs die Ganggesteine, Quarz, Kalkspath, Schwerspath u. s. w. nicht als Producte einer heifsflüssigen Infiltration oder einer Sublimation betrachtet werden können.

Die Schwefelmetalle, welche aus Lösungen von Metallsalzen durch Schwefelwasserstoff gefällt werden, sind meist gefärbte, amorphe glanzlose Massen. Fällt man sie aber aus verdünnten Lösungen, und läfst man das Schwefelwasserstoffgas sehr langsam durchstreichen; wendet man z. B. eine wässerige Lösung von Chlorblei an: so zeigt sich, ausser dem schwarzbraunen Niederschlage, auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine dünne Haut mit dem metallischen Glanze des Bleiglanzes. Bringt man den Niederschlag auf das Filter, und wäscht ihn sorgfältig aus: so unterscheidet man deutlich, nach gelindem Trocknen, metallisch glänzende, das Sonnenlicht reflectirende Flimmerchen zwischen der glanzlosen schwarzen Masse. Je langsamer das Schwefelwasserstoffgas durch die Bleiauflösung geleitet wird, desto mehr betragen diese Flimmerchen. Ueberzieht man Glas- oder Porzellanplatten mit einer sehr verdünnten Bleiauflösung, und bringt sie in die Nähe eines Schwefelwasserstoff-Entwickelungs-Apparats, aus dem man von Zeit zu Zeit einige Blasen Gas in die Luft streichen läfst: so bemerkt man bald, dafs die Platten mit einer metallglänzenden Haut, ganz ähnlich dem Arsenik-Anflug, den man mittelst des Mars'schen Apparats erhält, überzogen werden. Bleiglanz kann sich daher unter den angegebenen Bedingungen aus Bleiauflösungen bilden. Sollte er sich auf diese Weise gebildet haben: so würde diefs gerade unter den Bedingungen geschehen sein,

*) n. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1844. S. 257.

welche in der Regel im Mineralreiche statt finden: eine sehr verdünnte Lösung eines Bleisalzes, z. B. eine Lösung von kieselsaurem Bleioxyd in einem Wasser, welches ein wenig kieselsaure oder kohlensaure Alkalien enthält (S.1895), brauchte bloſs an den Spaltenwänden herabzusickern, und die atmosphärische Luft im Spaltenraume nur so viel Schwefelwasserstoff zu enthalten, wie die in der Nähe der Schwefelquellen: so waren alle Bedingungen zur Bildung von Bleiglanz gegeben, und eben deſshalb, weil die Präcipitation des Schwefelblei's ausserordentlich langsam von Statten gehen muſste, hatte es Zeit genug, sich vollkommen krystallinisch auszubilden. So wie sich Schwefelzink, das aus kieselsaurem Zinkoxyd durch Schwefelwasserstoff gebildet wird, von der Kieselsäure völlig sondert (S. 1895): so konnte sich auch die Kieselsäure von Bleiglanz gesondert haben. Daher das so sehr häufige Zusammenvorkommen desselben mit Quarz.

Einfache Schwefelmetalle *).

Eisenkies, allgemein verbreitet, findet sich sowohl eingewachsen in krystallinischen und sedimentären Gesteinen, als auf Lagern; er ist $\frac{2}{1}$ Schwefeleisen **). Von seiner Lösung, von seinen Zersetzungen und Umwandlungen in andern Eisenverbindungen u. s. w. war schon an mehreren Orten die Rede. S. unter andern Bd. I. S. 917 ff. und Bd. II S. 1328 ff.

Strahlkies ist weniger verbreitet als Eisenkies und ebenso zusammengesetzt wie dieser. Das Uebrige wie bei diesem.

Magnetkies ist gleichfalls weniger verbreitet als der

*) Dieſs kann zwar nicht streng durchgeführt werden, da nicht bloſs sehr häufig ein Schwefelmetall geringe Mengen eines andern enthält, sondern manche Doppel-Schwefelmetalle, wie namentlich der Kupferkies sich vom einfachen Schwefelkupfer nicht trennen lassen; die mehrfach zusammengesetzten Schwefelmetalle bringen wir aber in eine besondere Abtheilung.

**) Der Kürze wegen benennen wir nach der chemischen Nomenclatur, und dem Handbuche der Chemie von L. Gmelin 5te Aufl. folgend, die einfachen Schwefelmetalle. Der Zähler des Bruchs bezeichnet die Zahl der Atome des Schwefels (des elektronegativen) und der Nenner die des Metalls (des elektropositiven Bestandtheils).

Eisenkies, er ist $\frac{I}{I}$ Schwefeleisen. Das Uebrige wie bei diesem. Ein Magnetkies von *Gap Mine*, *Lancaster-County* in *Pennsylvanien*, enthielt 4,55 Nickel, 1,3 Kupfer, 0,27 Blei und 1,7 Arsenik (M. H. Boye) *), nach A. Genth **) nur 2,9 Nickel. In dem begleitenden Kupferkies und Eisenkies fand sich kein Nickel.

Manganglanz, selten auf Gängen mit Tellurerzen, Eisenkies, Fahlerz und auch auf einem Quarzgange, ist $\frac{I}{I}$ Schwefelmangan (Arfvedson).

Zinkblende sehr verbreitet auf Gängen und Lagerstätten, ein häufiger Begleiter der meisten Erze, manchmal die Gangmasse bildend, selten in Gesteinen (Granit, Glimmerschiefer, Basalt u. s. w.) eingesprengt und in Drusenräumen (Dolomit, Kupferschiefer, Muschelkalk, Liaskalk und Basalt), als Ausfüllung feiner Risse und Klüfte in Steinkohlen und in Sphärosiderit-Nieren im Steinkohlengebirge, so wie endlich als eine sehr neue Bildung (Bd. I. S. 936 ff.) ist $\frac{I}{I}$ Schwefelzink (Arfvedson, Löwe, Damour, Kersten, Henry, Jackson). Sie ist selten rein, meist eisen- manchmal auch manganhaltig (Berthier Lecanu, Bechi, Osann, Scheerer); die von *Marmato* bei *Popayan* (Marmatit) besteht aus 3 At. Schwefelzink und 1 At. Schweleisen (Boufsingault); häufig enthält sie geringe Mengen von Kadmium (bis 3,2). Die von *Raibl* in *Kärnthen* giebt Antimon- und Bleireaction (Kersten).

Blende wandelt sich in Galmei um. So findet man auf einem mächtigen Gange bei *Altenbrück* die Blende am Ausgehenden in Galmei umgewandelt, und in der Mitte noch gröfsere Ueberreste davon. Bei *Bergisch-Gladbach*, wo der Galmei zwischen dolomitischen Kalksteinen des Uebergangsgebirges und Braunkohlen-Thon meist muldenförmige Vertiefungen ausfüllt, liegen lose Stücke Blende in diesem Thone oft in grofser Menge. Die gröfseren Stücke sind traubig und zeigen in Drusen wie an der Oberfläche eine Umwandlung in drusigen Galmei. Auch zwischen dem Kalksteine und der Braunhohlen-Formation finden sich beide Zinkerze neben einander. Das ganze Vorkommen zeigt deutlich, dafs sich

*) Sillim. Amer. Journ. (2). T. XIII. P. 219.

**) Chem. Pharmaceut. Centralblatt 1852. S. 73.

diese Erze nicht auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte befinden, sondern dafs sie bei der Ablagerung des Braunkohlen-Thons eingeschwemmt worden waren. Merkwürdig ist, dafs auf der südlichen Abdachung des Kalkrückens, wo diese Erze nicht vorkommen, zwischen jenen Lagern sich eine 2 Zoll mächtige Gypsbank findet *). Sollte vielleicht die bei der Umwandlung der Blende in Galmei entstandene Schwefelsäure durch die Gewässer dahin geführt worden sein, und die Umwandlung des Kalksteins in Gyps bewirkt haben? —

Blende verdrängt Kalkspath **). Schwerlich war sie, sondern wahrscheinlich schwefelsaures Zinkoxyd in Gewässern aufgelöst, welches durch organische Substanzen reducirt wurde (Bd. I. S. 938), während die hierbei gebildete und von den Gewässern aufgenommene Kohlensäure den kohlensauren Kalk auflöste und fortführte. Es können sich aber auch schwefelsaures Zinkoxyd und Kalkspath vorher gegenseitig zersetzt haben, in welchem Falle der entstandene schwefelsaure Kalk durch organische Substanzen zu Schwefelcalcium reducirt, und durch letzteres das Zinkoxyd in Schwefelzink zersetzt wurde. Von einer Reduction des schwefelsauren Zinkoxyd durch bituminöse Substanzen war schon früher (Bd. II. S. 1193, s. auch S. 1199) die Rede. Auch das Zinkoxyd im Gahnit (S. 1902) scheint in Zinkblende umgewandelt zu werden. Websky ***) beschreibt einen Gahnitkrystall, der nach innen unverändert, gröfstentheils aber mit Beibehaltung der Form in dichte Zinkblende umgewandelt war. Die Blende wird endlich durch Brauneisenstein verdrängt (Bd. II. S. 1337).

Volzit, im Quarz mit verschiedenen Schwefelmetallen, selten mit Blende zu *Pont-Gibaut* im Dep. *Puy de Dome*, besteht aus 82,82 Schwefelzink, 15,34 Zinkoxyd und 1,84 Eisenoxyd (Fournet). Diese Verbindung ist wahrscheinlich durch eine theilweise Oxydation des Schwefelzinks entstanden; das schwefelsaure Zinkoxyd konnte durch kalkhaltige Gewässer zersetzt (S. 1200) und der schwefelsaure Kalk fortgeführt

*) v. Huene in d. Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges. Bd. IV. S. 571.

**) Silem. im n. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1351. S. 578.

***) Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. V. S. 435.

werden. Es bleibt aber noch zu erklären übrig, warum in diesem Falle nicht kohlensaures Zinkoxyd zurückgeblieben ist.

Kupferglanz auf Gängen und Lagern mit Kupferkies, Buntkupfererz, Malachit, Kupferlasur, Kupfergrün, Rothkupfererz, Ziegelerz und gediegenem Kupfer, im Kupferschiefer und als Vererzungsmittel von Pflanzentheilen, selten im Gebirgsgesteine und im Thon *). Die mit den Analysen des Kupferglanzes (Klaproth, Ullmann, Thomson, Scheerer und Wilczynsky) ziemlich nahe übereinstimmende Zusammensetzung ist

$$\left.\begin{array}{lll} \text{Schwefel} & 1\text{ At.} & = 20{,}27 \\ \text{Kupfer} & 2\ \text{„} & = 79{,}73 \end{array}\right\} 2\text{ At. } \tfrac{1}{2}\text{ Schwefelkupfer}$$
$$\overline{100{,}00}$$

Es ist aber zu bemerken, dafs man in ihm stets Eisen, 0,28—3,33 gefunden hat, und Plattner **) fand, dafs der durch die Loupe ganz rein erscheinende Kupferglanz von *Bogsslowck* etwas freies und nicht schwefelsaures Kupferoxyd enthält.

Buntkupfererz auf Gängen mit Kupferglanz, Kupferkies, Malachit, Kupferlasur, Kupfergrün, Rothkupfererz, Ziegelerz, gediegenem Kupfer u. s. w. und im Kupferschiefer; selten im Gebirgsgesteine. Aus den zahlreichen Analysen und namentlich aus den sorgfältigen von Plattner ***) ergiebt sich, dafs das derbe Buntkupfererz nie, oder nur selten von einer bestimmten chemischen Zusammensetzung, sondern fast stets mit Kupferglanz oder Kupferkies, oft auch mit sehr geringen Quantitäten Kupfer- und vielleicht auch Eisenoxyd gemengt ist. Wenn das von ihm analysirte krystallisirte Buntkupfererz von *Cornwall* für das reinste gehalten werden kann, so ist die normale Zusammensetzung:

*) Am *Lake Superior* kommt Barytspath vor, der durch 8—10 Schwefelkupfer dunkel gefärbt ist, und ebenso Barytocalcit, welcher damit imprägnirt ist. Foster und Whitney a. a. O. P. 96.

**) Poggend. Annal. Bd. XLVII. S. 358.

***) Ebend. S. 359 ff.

Schwefel	6 At. = 28,24			
Kupfer	6 „ = 56,76	6 At. $\frac{1}{2}$ Schwefelkupfer	= 69,91	
Eisen	2 „ = 14,84	2 „ $\frac{3}{2}$ Schwefeleisen	= 30,09	
	99,84		100,00	

Kupferkies, auf Gängen und Lagern mit anderen Kupfer- auch Eisen- und Bleierzen in verschiedenen Formationen ist allgemein verbreitet. Seltener findet er sich im Gebirgsgesteine, wie im Kupferschiefer (als Ueberzug von Fischabdrücken), in Drusenräumen des Kupferschiefers, im Muschelkalk, Chloritschiefer und im Syenit eingeschlossen, in Höhlungen von Mandelstein und Kalkstein, im Thon, als Ausfüllung feiner Risse und Klüfte in Steinkohlen, so wie in Sphärosiderit-Nieren in der Steinkohlenformation. Die mit den Analysen des Kupferkieses (H. Rose, Hartwall und Philipps) übereinstimmende berechnete Zusammensetzung ist

Schwefel	4 At. = 35,05		
Kupfer	2 „ = 34,47	2 At. $\frac{1}{2}$ Schwefelkupfer	= 43,23
Eisen	2 „ = 30,48	2 „ $\frac{3}{2}$ Schwefeleisen	= 56,77
	100,00		100,00

Sieben Analysen von Bechi zeigen sehr schwankende Verhältnisse *).

Kupferindig, auf Erzgängen, im Kupferschiefer und im Muschelkalk mit anderen Kupfererzen, auch als Ueberzug von Laven und Schlacken. Nach Walchner, Covelli und Grimm ist seine Zusammensetzung

Schwefel	1 At. = 33,70	$\frac{1}{1}$ Schwefelkupfer
Kupfer	1 „ = 66,30	
	100,00	

Er enthält, nach Walchner, geringe Mengen Eisen und Blei, und nach Grimm 3,69 Eisenkies, 10,57 Eisenoxyd und 18,63 Quarz.

Kupferglanz wandelt sich in Buntkupfererz und in Kupferkies um.

In den Pseudomorphosen von Buntkupfererz nach Ku-

*) Silim. Amer. Journ. (2) T. XIV. P. 61.

pferglanz findet sich dieser noch als Kern. Kleine Krystalle sind oft ganz in Buntkupfererz umgewandelt. Während hier die Umwandlung von aufsen nach innen fortgeschritten ist, zeigt eine andere Pseudomorphose, dafs dieselbe mitten im Innern der Krystalle, oder wenigstens auf der Endfläche begonnen hatte *). Zu 69,91 Th. Kupferglanz mufsten 30,09 Th. $\frac{3}{2}$ Schwefeleisen treten, um ihn in Buntkupfererz umzuwandeln; die Volumen-Zunahme betrug daher 63,66 **). Nur in der zuletzt genannten Pseudomorphose erwähnt Blum ein Aufquellen der Masse auf der Endfläche. Ob dieses so viel beträgt, als eine so bedeutende Zunahme des Volumens fordert, bleibt unbestimmt; in denjenigen Fällen, wo die Umwandlung von aufsen beginnt, müfste beim Fortschreiten nach innen die zuerst gebildete Rinde nothwendig zerplatzen, wenn das Schwefeleisen fortwährend in das Innere dränge, ohne dafs vom Kupferglanze etwas fortgeführt würde. Die Umwandlung kann daher nur durch Austausch erfolgen. Diefs zu denken hat um so weniger Schwierigkeit, da Eisenkies Schwefelmetalle (Schwefelsilber im Roth- und Schwarzgültigerz) und mehrere andere Substanzen verdrängen kann (S. 1364), und da, wie das Vorkommen des Kupfervitriol in Höhlungen, Klüften und alten Kupfergruben und in Grubenwassern zeigt, Schwefelkupfer so leicht durch Oxydation fortgeführt werden kann ***).

*) Haidinger in Poggend. Annal. Bd. IX. S. 184. u. Blum die Pseudomorphosen S. 40. Grandjean Nachtrag II. S. 17.

**) Bei dieser und den folgenden Reductionen des Gewichts auf das Volumen wurde das mittlere spec. Gewicht der Mineralien genommen. Wo daher die spec. Gewichte bedeutend schwanken, können die Resultate nur approximativ sein. Es ist sehr wünschenswerth, dafs in den Fällen, wo neben den Pseudomorphosen noch ganz unumgewandelte Mineralien sich finden, deren spec. Gewicht und, wo möglich, auch das der ersteren bestimmt werden möge. Dann würden unsere Resultate einer Correction zu unterwerfen sein.

***) Es ist bekannt, dafs sich $\frac{1}{1}$ Schwefelkupfer, durch Schwefelwasserstoff aus Kupferoxydsalzen gefällt, schon beim Auswaschen oxydirt.

Es ist zu bemerken, dafs in allen zusammengesetzten Verbindungen, deren Bestandtheile binäre Verbindungen sind, und

Auf der Oberfläche pseudomorpher Krystalle von Bunt-

deren Elemente in verschiedenen Verhältnissen sich verbinden, Spielraum für verschiedene Annahmen der Zusammensetzungen zulassen, welches ganz besonders bei den zusammengesetzten Schwefelmetallen der Fall ist. Man hat im Mineralreiche noch nicht $\frac{3}{2}$ Schwefeleisen gefunden; es kann nur auf künstlichem Wege dargestellt werden. Wir bescheiden uns jedoch, dafs diefs nicht ein absoluter Grund sein kann, die Existenz dieses Schwefeleisens in zusammengesetzten Schwefelmetallen zu läugnen; denn Chemie und Mineralogie bieten viele Beispiele von der Existenz einfacher Verbindungen dar, die nicht als solche, sondern nur in mehrfach zusammengesetzten Verbindungen vorkommen. Die Umwandlung des Kupferglanzes in Kupferkies können wir uns durch Aufnahme von $\frac{2}{1}$ Schwefeleisen in der Art denken, dafs 1 At. Schwefel des letzteren an das $\frac{1}{2}$ Schwefelkupfer tritt, wodurch dieses in $\frac{1}{1}$ Schwefelkupfer und jenes in $\frac{1}{1}$ Schwefeleisen umgewandelt wird. Diesem gemäfs könnte der Kupferkies als eine Zusammensetzung aus gleichen Atomen $\frac{1}{1}$ Schwefelkupfer (52) und $\frac{1}{1}$ Schwefeleisen (48 Proc.) betrachtet werden. Diese Annahme hätte das für sich, dafs beide Schwefemetalle wirklich im Mineralreiche vorkommen: das $\frac{1}{1}$ Schwefelkupfer als Kupferindig, das $\frac{1}{1}$ Schwefeleisen im Magnetkies; denn obgleich dessen Zusammensetzung verschieden gedeutet wird: so wird doch die Gegenwart dieses Schwefeleisens nicht bestritten (S. 1362). Ueberdiefs findet sich $\frac{1}{1}$ Schwefeleisen in geringer Menge in vielen Meteorsteinen, und auch bisweilen aus Eisenvitriol-haltenden Grubenwassern durch organische Substanzen reducirt, jedoch oft mit einer höheren Schwefelungsstufe gemengt (Berzelius). Der Umstand, dafs der Kupferkies beim Glühen $\frac{1}{4}$ seines Schwefelgehaltes verliert, entspricht der Annahme, dafs er $\frac{1}{1}$ Schwefelkupfer enthalte; denn wird dieses bei abgehaltener Luft geglüht: so verflüchtigt sich die Hälfte des Schwefels, und $\frac{1}{2}$ Schwefelkupfer bleibt zurück (Döbereiner in Schweigg. Journ. Bd. XVII. S. 414).

Vorhin haben wir uns darauf bezogen, dafs Eisenkies so häufig andere Mineralien verdrängt. Dafs in diesem Falle, wie bei der Umwandlung des Kupferglanzes in Kupferkies, Schwefeleisen aufgenommen wird, ist eine Thatsache; welches Schwefeleisen es ist, das steht noch in Frage.

Buntkupfererz läfst sich, nach obiger Formel, freilich nicht als eine Zusammensetzung aus $\frac{1}{1}$ Schwefelkupfer und $\frac{1}{1}$ Schwefeleisen betrachten; allein die schwankenden Resultate seiner Analysen gestatten überhaupt nicht, den Umwandlungsprocefs des

kupfererz nach Kupferglanz fand Haidinger*) eine Schicht von Kupferkies; das Buntkupfererz war daher durch eine fortschreitende Umwandlung zu Kupferkies geworden. In einem dieser pseudomorphen Krystalle war diese Umwandlung vollendet. In Uebereinstimmung mit dem vorhin angeführten Falle einer im Innern begonnenen Umwandlung des Kupferglanzes in Buntkupfererz ist, dafs das Innere eines krystallisirten Buntkupfererzes Kupferkies enthielt **). Zu 43,23 Kupferglanz mufsten 56,77 $\frac{3}{2}$ Schwefeleisen treten, um ihn in Kupferkies umzuwandeln; die Volumen-Zunahme betrug daher 164,9. Es ist unmöglich, dafs eine so bedeutende Zunahme des Volumens ohne gänzliche Zerstörung des ursprünglichen Krystalls hätte von Statten gehen können. In dieser Aufnahme sucht zwar Blum den Grund, dafs bei der Umwandlung des Kupferglanzes in Kupferkies die Form des ersteren selten erhalten ist; allein diefs findet eben defshalb keine Anwendung auf die angeführten Fälle, wo die Form erhalten ist. In diesem mufs daher, wie bei der Umwandlung des Kupferglanzes in Buntkupfererz, eine theilweise Verdrängung desselben durch das Schwefeleisen gedacht werden. Kann zwar die Möglichkeit nicht bestritten werden, dafs in den Fällen, wo die Form verloren geht, die Umwandlung blofs durch Aufnahme von Schwefeleisen erfolgt: so möchten wir doch bei dem einfacheren Falle, dafs stets ein Austausch stattfindet, stehen bleiben.

Kupferkies kommt auch als Zersetzungsproduct von Fahlerz vor. Längst bekannt sind die sogenannten Kupferkies-Ueberzüge auf Fahlerz-Krystallen, namentlich auf dem

Kupferglanzes in Buntkupfererz in einen allgemeinen Ausdruck zu bringen. Ganz richtig sagt Blum: die Umwandlung des Buntkupfererzes in Kupferkies, sei es aus Kupferglanz hervorgegangen oder nicht, möchte ziemlich häufig vorkommen, und darin, so wie in der weiteren Veränderung, scheint der Grund der schwankenden Zusammensetzung der Buntkupfererze, der Mittelglieder zwischen Kupferglanz und Kupferkies, deren Zusammensetzung ziemlich constant ist, zu liegen.

*) A. a. O. S. 185. Blum a. a. O. S. 42.

**) Varentrapp in Poggend. Annal. Bd. XLII. S. 372.

Harz. Volger *) führt an, dafs im *Rosenhöfer-Gangzug* bei *Clausthal* auf einer Decke von Eisenspath zuweilen fufsgrofse Stellen mit ½ Zoll grofsen Fahlerzkrystallen dicht bedeckt sind, die aufsen ganz als Kupferkies erscheinen. An allen, aus dem Eisenspath mehr oder weniger hervorragenden Krystallen sieht man aufsen keine Spur von Fahlerz, sondern nur tetraëdrische zartdrusige Kupferkiese. Ein leichter Druck mit einer Pincette-Spitze zerbricht die mehr oder weniger dünne Kupferkies-Decke und unter ihr zeigt sich ein Kern von Fahlerz, der bei weitem nicht so wohl ausgebildete Kanten als jener besitzt. Ist ein Krystall mit mehreren solcher Decken überzogen: so erscheint jede nach innen folgende weniger ausgebildet als die vorhergehende. Wo die Kupferkies-Decke recht stark ist, tritt dieses Mifsverhältnifs am Fahlerz-Kerne noch viel mehr hervor. Wohl geformte Kupferkies-Gehäuse mit den mannichfachen Flächen-Combinationen der Fahlerztetraëder enthalten einen Fahlerz-Kern, der, gänzlich abgerundet, kaum den tetraëdrischen Typus erkennen läfst. Auf den ersten Blick könnte man an eine Incrustation der Fahlerzkrystalle durch Kupferkies denken, da dieser Ueberzug sich nur an den nicht eingewachsenen Flächen der Fahlerze findet. Hierbei müfste es jedoch auffallen, dafs alle diese Flächen, welche Lage sie auch haben mögen, gleichförmig und gleich stark incrustirt sind, und dafs die Eisen-, Bitter- und Barytspathe, die Bleiglanze und Zinkblenden, welche mit den Fahlerzen mannichfaltigst verwachsen sind, keine Spur von solchen Kupferkies-Ueberzügen zeigen. Die meisten eingewachsenen Flächen der Fahlerze zeigen keine Kupferkies-Decke, aber häufig Kupferkies-Puncte. Letztere und mit Kupferkiesfarbe beschlagene Haarkluftflächen findet man oft mitten in den Krystallen. Aus allem ergiebt sich,

*) Poggend. Annal. Bd. LXXIV. S. 25 ff. Diese interessante Abhandlung zeigt, wie viel Neues in längst bekannten Erscheinungen gefunden werden kann, wenn sie mit Sorgfalt untersucht werden. Gewifs giebt es manche ähnliche, den Bergleuten bekannte Erscheinungen, welche, wenn sie von sachkundigen Mineralogen und Chemikern untersucht werden, Ausbeute geben dürften.

dafs der Kupferkies aus dem Fahlerze entstanden ist. Für eine solche Umwandlung spricht auch noch, dafs die äufsere Masse des Fahlerz-Kerns unter der Kupferkies-Decke mehr oder weniger tief weit lockerer und milder, als sein Inneres und als die äufsere Masse frischer glattflächiger Fahlerzkrystalle ist.

Gegen die Ansicht Volger's machten Zincken und Rammelsberg Einwürfe, welche jedoch Blum *) nicht für genügend hält. Letzterer berichtet überdiess von dem Vorkommen solcher Kupferkies-Ueberzüge auch an anderen Orten, und Grandjean hält sie gleichfalls für Umwandlungs-Pseudomorphosen.

Da die Fahlerze sehr verschieden zusammengesetzt sind: so ist es nicht so leicht, sich eine klare Vorstellung von dieser Umwandlung zu machen. Wir wählen unter den zahlreichen Analysen von Fahlerzen, nach Ausschlufs der von Klaproth, diejenigen aus, welche das Maximum und Minimum von Kupfer und Eisen enthalten, und die an den Orten vorkommen, wo man die Pseudomorphosen von Kupferkies nach Fahlerz gefunden hat. A sind die Bestandtheile, welche Antheil an der Umwandlung in Kupferkies nehmen können, B Schwefel, welchen Kupfer und Eisen zur Bildung von $\frac{1}{2}$ Schwefelkupfer und $\frac{3}{2}$ Schwefeleisen fordern, C Schwefeleisen, welches das Kupfer zur Umwandlung in Kupferkies fordert, und welches das Eisen giebt, D Kupferkies, welchen Kupfer und welchen Eisen giebt.

	A	B Schwefel	C Schwefeleisen	D Kupferkies
I Max. von Kupfer	41,57	10,57	68,46	120,60
und von Eisen	4,66	4,02	8,68	15,29
Max. von Schwefel	27,25	—	—	—
	73,48	14,59	59,78	

*) Nachtrag II. S. 86.

		A	B Schwefel	C Schwefeleisen	D Kupferkies
II	Min. von Kupfer	14,81	3,76	24,39	42,96
	Eisen	5,98	5,16	11,14	19,62
	Schwefel	21,17	—	—	—
		41,96	8,92	13,25	
III	Kupfer	34,23	8,70	56,37	99,30
	Max. von Eisen	9,46	8,16	17,62	31,04
	u. Min. von Schwefel	19,38	—	—	—
		63,07	16,86	38,75	
IV	Kupfer	37,98	9,66	62,55	110,19
	Min. von Eisen	0,86	0,74	1,60	2,82
	Schwefel	25,77	—	—	—
		64,61	10,40	60,95	
V	Kupfer	34,48	8,76	56,78	100,02
	Eisen	2,27	1,96	4,23	7,45
	Schwefel	24,73	—	—	—
		61,48	10,72	52,55	
VI	Kupfer	35,7	9,07	58,80	103,57
	Eisen	4,5	3,88	8,38	14,76
	Schwefel	24,1	—	—	—
		64,3	12,95	50,42	
VII	Kupfer	38,42	9,76	63,28	111,46
	Eisen	1,52	1,31	2,83	4,99
	Schwefel	25,03	—	—	—
		64,97	11,07	60,45	

I Fahlerz von *Mouzaïa* in *Algerien* (Ebelmen).

II von der *Habacht-Fundgrube* bei *Freiberg* (H. Rose);

III Quecksilber-haltiges Fahlerz aus *Ungarn*, *Poratscher Terrain* (v. Hauer);

IV von *Kapnik* in *Ungarn* (H. Rose);

V von der Grube *Zilla* bei *Clausthal* (H. Rose);

VI von *Clausthal* (Sander);

VII von der Grube *Aurora* bei *Dillenburg* (H. Rose).

Hieraus ergeben sich folgende Resultate: 1) der Schwefel in vorstehenden Fahlerzen beträgt stets mehr, als zur Ausscheidung des Kupfers als $\frac{1}{2}$ Schwefelkupfer und des Eisens als $\frac{3}{2}$ Schwefeleisen erforderlich ist; bei der Umwandlung in Kuperkies werden 2,52 — 15,37 ausgeschieden und fortgeführt. 2) Die gröfste Menge Kupferkies, welche das eisenreichste Fahlerz geben kann, unter der Voraussetzung, dafs blofs das in demselben vorhandene Schwefeleisen mit einer entsprechenden Menge von Schwefelkupfer den pseudomorphen Kupferkies bildet, beträgt nur 31,04; die Menge desselben sinkt aber im eisenärmsten Fahlerz bis auf 2,82 herab. 3) Geht alles Kupfer der Fahlerze in den Kupferkies über, und tritt das fehlende Schwefeleisen von aussen hinzu: so steigt die Menge des letzteren von 42,96—120,6. 4) Die Menge des hinzutretenden Schwefeleisens steigt von 13,25—60,95 *).

Es ist von besonderem Interesse, die Zusammensetzung derjenigen Fahlerze zu kennen, deren Umwandlung in Kupferkies Volger und Blum nachgewiesen haben; denn die Grube, aus der V abstammt, ist eine von denen, welche den Kupferkies-Ueberzug auf Fahlerzkrystallen besonders schön zeigen. Von welcher Grube VI herrühret, ist nicht angegeben, die ziemlich nahe Uebereinstimmung seiner Zusammensetzung mit der von V läfst aber vermuthen, dafs er entweder von derselben Grube abstammt, oder dafs die Fahlerze in den Umgebungen von *Clausthal* sich sehr ähnlich sind. Die Rechnung zeigt, dafs das Gewicht des Kupferkieses mit dem des zersetzten Fahlerzes V ganz, mit dem von VI ziemlich nahe übereinstimmt. Reducirt man aber das Gewicht auf das Volumen: so findet sich eine Volumen-Zunahme

*) Alle diese Gröfsen beziehen sich auf 100 Gewichtstheile Fahlerz.

von 17,8 bis 22,8, welche eingetreten sein müfste, wenn die Umwandlung auf die vorausgesetzte Weise statt gefunden hätte. Diefs stimmt aber nicht mit Volger's Angabe, dafs die Kupferkies-Hülle den Fahlerzkern ganz lose umgiebt, dafs mithin leere Räume vorhanden sind. Entweder ist diefs blofs eine Auflockerung und das Volumen der Pseudomorphose hat sich wirklich vergröfsert, oder es ist ein Theil des Schwefelkupfers während der Umwandlung fortgeführt worden. Schwerlich wird sich diefs entscheiden lassen; aber das ist ganz gewifs, dafs die Umwandlung blofs auf Kosten des Schwefeleisens im Fahlerze nicht zu begreifen ist; denn in diesem Falle hätten nur 7,45—14,76 Kupferkies entstehen können, wovon man, wie schon Blum gegen Volger bemerkt hat, die Kupferkies-Decke unmöglich ableiten kann.

In VII beträgt die Gewichts-Zunahme 11,46 und die Volumen-Zunahme 31,10. Von den Pseudomorphosen in diesem Fundorte (Grube *Aurora*) berichtet Grandjean *), dafs einzelne Individuen einer Krystall-Gruppe von Fahlerz zersprungen sind, und dafs sich dicht an einander gereihte Kupferkieskryställchen sowohl in diesen Sprüngen, als auch etwas über denselben und noch auf die $\frac{O}{2}$ Flächen übergreifend, angesiedelt haben; diese Flächen haben aber, da sie bis auf die Sprünge spiegelblank sind, keine Veränderung erlitten. Dagegen sind die Abstufungsflächen ∞ O dicht mit einer Kruste dieser Kryställchen besetzt und stark zerfressen. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dafs diese Sprünge eine Folge der eingetretenen Volumen-Zunahme sind; es ist daher möglich, dafs hier die Umwandlung ohne Ausscheidung von Schwefelkupfer von Statten gegangen ist.

Blum bemerkt, dafs die Kupferkies-Rinden auf Fahlerz, aus dem *Dreibrüderschacht* bei *Freiberg*, mehr oder weniger dick und aussen ganz drusig sind, und dafs sich im Innern mehrere Lagen von Kupferkies über einander finden, wovon jedoch die unterste Lage nicht scharf vom Fahlerzkerne getrennt ist. Beide greifen in einander ein, und man sieht deutlich, dafs das Fahlerz an einzelnen Stellen weiter

*) Jahrb. d. Vereins f. Naturk. im Herz. Nassau 1851. S. 226.

als an anderen in Kupferkies umgewandelt ist. Andere Fahlerzkrystalle scheinen mit einer sehr dünnen Rinde von Buntkupfererz überzogen zu sein: eine Erscheinung, welche auch Volger anführt, und die darauf hindeutet, dafs das Fahlerz erst in Buntkupfererz und dann in Kupferkies umgewandelt wurde, welches dem oben (S. 1914) Angeführten ganz entspricht. Aus dieser Beschreibung kann man nicht auf eine Volumen-Zunahme schliefsen: entweder gehörte dieses umgewandelte Fahlerz zu den kupferarmen (eine Analyse liegt nicht vor), oder es wurde ein Theil des Schwefelkupfers fortgeführt.

Ganz allgemein läfst sich der Umwandlungsprocefs des Fahlerzes in Kupferkies so characterisiren, dafs Antimon, Arsenik, Zink, Silber u. s. w. und ein Theil des Schwefels und manchmal auch ein Theil des Kupfers fortgefürt werden, und dafs dagegen Schwefeleisen an deren Stelle tritt. Beträgt das Kupfer im Fahlerze 34,47, gleich dem Kupfergehalte des Kupferkieses, so ist das Gewicht des entstehenden Kupferkieses gleich dem des umgewandelten Fahlerzes. Beträgt es 29,23: so ist das Volumen des gebildeten Kupferkieses gleich dem des umgewandelten Fahlerzes. Unter den analysirten Fahlerzen sind die vom *Meiseberg* auf dem *Harz* (Rammelsberg) und von *Gustav Friderici* in *Ungarn* (v. Hauer) die Einzigen, deren Kupfergehalt = 30,47—30,58, jenem ziemlich nahe kommt. Bei den Fahlerzen, deren Kupfergehalt unter 29,23 sinkt *), tritt daher, wenn sie in Kupferkies umgewandelt werden, eine Volumen-Abnahme, und bei denjenigen, deren Kupfergehalt höher ist, eine Volumen-Zunahme ein, sofern nicht ein Theil des Schwefelkupfers fortgeführt wird.

Kupferkies kommt endlich noch als Pseudomorphose nach Nadelerz zu *Löhma* bei *Schleitz* vor. Das Nadelerz besteht theils blofs aus solchem, theils aus diesem und Kupferkies, die meisten Nadelformen jedoch aus Kupferkies mit manch-

*) Die Fahlerze von der Grube *Wenzel* bei *Wolfach* =25,23 (H. Rose und Klaproth) und von der *Habacht*-Fundgrube bei *Freiberg* = 14,81 Kupfergehalt (H. Rose) sind die Einzigen, in denen dieser Gehalt unter 29,23 fällt.

mal beträchtlicher Raum-Verminderung *). Ausser Blei, Wismuth und Schwefel enthält das Nadelerz 10,59—12,64 Kupfer (John, Frick und Chapman). Der mittlere Kupfergehalt von 11,61 giebt 33,68 Kupferkies, und diefs entspricht einer Raum-Verminderung von 45 Proc. Da das Nadelerz kein Schwefeleisen enthält: so mufs bei seiner Umwandlung in Kupferkies Schwefeleisen durch Gewässer zugeführt werden.

Die häufigen Umwandlungen von Kupfererzen in Kupferkies zeigen eine grofse Neigung des Schwefeleisens, sich mit Schwefelkupfer zu einem Doppelt-Sulphuret zu verbinden. Auf der andern Seite ergiebt sich aus den so häufigen Verdrängungen von Mineralien durch Eisenkies, dafs es stets dieses $\frac{2}{1}$ Schwefeleisen ist, welches jene verdrängt. Wir haben nachgewiesen (S. 1913), dafs die Umwandlung des Kupferglanzes in Kupferkies durch hinzutretenden Eisenkies gedacht werden kann. Auch die Umwandlung des Fahlerzes in Kupferkies ist so zu begreifen, dafs $\frac{2}{1}$ Schwefeleisen hinzutritt, und dafs 1 At. Schwefel desselben die als $\frac{1}{2}$ Schwefelkupfer vorhanden gedachte Kupferverbindung in $\frac{1}{1}$ Schwefelkupfer umwandelt, während es selbst in $\frac{1}{1}$ Schwefeleisen zerfällt. Die Umwandlung des Nadelerzes in Kupferkies ist auf gleiche Weise durch Aufnahme von $\frac{2}{1}$ Schwefeleisen zu denken.

Die Pseudomorphosen von Kupferpecherz, Malachit und Kupferindig nach Kupferkies (s. unten) zeigen, dafs letzterer auf verschiedene Weise zersetzt werden kann. Auch Zersetzungen des Kupferkieses in Eisenkies und Kupferschwärze kommen vor. Auf der Grube *Himmelfahrt* bei *Freiberg* fand sich Eisenkies als Pseudomorphose des Kupferkieses, welche noch mit einer zarten Kupferkies-Rinde überzogen war. Im Innern eines grofsen Krystalls fanden sich sogar kleine Drusen von Eisenkies, wodurch eine bedeutende Raum-Verminderung nachgewiesen ist **). Auf einer Stufe von *Müsen* zeigten sich pyramidale, dem Kupferkies angehörige Krystalle mit Kupferschwärze überzogen, deren Inneres aus ei-

*) Breithaupt Berg- und hüttenmännische Zeitung 1853. No. 24.

**) Breithaupt Paragenesis S. 29.

nem porösen Gemenge von Kupferkies und Eisenkies bestand. Jener ist, so lange noch die Form der Krystalle erhalten ist, nie ganz verschwunden; ist sie aber zerstört, so ist blofs Eisenkies vorhanden. Nicht selten finden sich auch mitten in veränderten Kupferkieskrystallen Eisenkieskrystalle *). Kupferkies liefert bei dieser Zersetzung 65,53 Eisenkies und 34,47 Kupfer, durch dessen Oxydation 43,18 Kupferoxyd gebildet wird. Würde nichts fortgeführt: so würde eine Gewichts-Zunahme eintreten, welche indefs der Raum-Verminderung widerspräche. Da die Kupferschwärze nur einen Ueberzug bildet, und Breithaupt einen solchen Ueberzug nicht anmerkt: so wurde wohl bei beiden Pseudomorphosen Kupfer fortgeführt.

Kupferkies zersetzt sich ferner in Kupferindig. Die Veränderung beginnt aussen und schreitet nach innen fort, bis endlich eine poröse indigblaue Masse übrig bleibt **). Bei dieser Zersetzung bleiben 52 Einfach-Schwefelkupfer zurück und 48 Einfach-Schwefeleisen werden fortgeführt. Die Raum-Abnahme beträgt 42,44; sie entspricht der porösen Beschaffenheit des Umwandlungsproductes und ist wahrscheinlich auch der Grund, warum sich die Krystallformen des Kupferkieses nicht deutlich und bestimmt erhalten haben.

Das Zusammenvorkommen des Kupferindig mit Kupferkies und die Ueberzüge des ersteren auf letzterem lassen vermuthen, dafs diese Umwandlungen nicht zu den Seltenheiten gehören werden.

Der Kupferkies zersetzt sich auch im Kupferglanz. Sillem***) beschreibt Kupferkieskrystalle, welche mit einer Rinde von Kupferglanz überzogen sind. Die überzogenen Krystalle sind scharfkantig, die Flächen des Kupferkies-Kerns erscheinen aber angegriffen und wie zerfressen. Websky †) beobachtete auf den Kupfererzgängen vom *Kupferberg* in *Schlesien* gleichfalls eine solche Zersetzung, nicht nur des

*) Blum Nachtrag II. S. 75.

**) Blum Nachtrag I. S. 116.

***) N. Jahrb. f. Min. 1851. S. 337.

†) Zeitschrift d. deutschen geol. Ges. Bd. V. S. 425.

Kupferkieses, sondern auch des Buntkupfererzes in Kupferglanz und gleichzeitig in Kupferindig. Diese Erze zeigen feine Risse mit Eisenoxydhydrat erfüllt. Nimmt man dieses mit Salzsäure weg: so erscheinen dünne krystallinische Häutchen von Kupferglanz und Kupferindig. In diesem Stadium finden sich häufig dünne Blättchen oder moosartige Concretionen von gediegenem Kupfer im Nebengesteine. Jene oberflächliche Zersetzung zeigen auch anscheinend noch ganz frische Kupferkiese in ungefähr 100 Jahre alten Förderungen auf einem Schachte: sie sind mit einer Ocherlage und mit Häutchen von Kupferglanz bedeckt *). Oppe **) fand auf einem Eisensteingange in Hornstein und Quarz Kupferkies-Nieren bis zur Faustgröfse, um welche sich eine Schale von Kupferglanz gebildet hatte. In Drusen oder auf Klüften war letzterer mit Malachit überzogen, selten ganz in solchen umgewandelt. Von Kupferglasur erschienen ebenfalls Spuren.

Die Umwandlungen des Kupferkieses in Eisenkies oder in Kupferindig und Kupferglanz sind merkwürdige Processe, weil beim ersten das Schwefelkupfer, bei den beiden letzten das Schwefeleisen fortgeführt wird. Dafs die Fortführung des einen oder des anderen Schwefelmetalls des Kupferkieses durch Oxydation bewirkt wird, zeigen andere Pseudomorphosen von Kupferindig nach Kupferkies, bei welchem der letztere nach allen Richtungen zerklüftet ist, und auf den Klüften Kupferindig sich findet, während die dazwischen liegende Masse in Eisenocher umgewandelt erscheint. Nicht selten ist der Kern dieser Masse noch Kupferkies, so dafs das Ganze ein Gemeng aus Kupferkies, Eisenocher und Kupferindig bildet.

Wenn diese und alle bekannten analogen Zersetzungen darthun, dafs Schwefelmetalle nur durch Oxydation ihrer Be-

*) Oxydation, der das Schwefeleisen im Kupferkies unterlag, und Reduction zeigen sich hier als coordinirte Processe. Wahrscheinlich oxydirte sich auch ein Theil des Schwefelkupfers im Kupferkies, und indem das gebildete schwefelsaure Kupferoxyd durch Gewässer in das Nebengestein geführt wurde, reducirten es organische Ueberreste.

**) Gangstudien von B. Cotta Bd. II. S. 167.

standtheile fortgeführt werden: so mufs man fragen, warum in dem einen Falle das Schwefelkupfer, in dem andern das Schwefeleisen oxydirt wird. Kaum wird es aber möglich sein, diese Frage, ehe man überhaupt nicht diese Processe im Mineralreiche näher verfolgt, zu beantworten. Wir müssen uns für jetzt mit der Thatsache, dafs bald der eine, bald der andere Bestandtheil einer Verbindung oxydirt werden kann, begnügen.

Die Zersetzung des Kupferkieses verfolgt noch weitere Stadien. Er geht in Kupferpecherz über, wie diefs die häufigen Pseudomorphosen desselben nach Kupferkies zeigen *). Die Veränderung beginnt an der Oberfläche und schreitet nach dem Innern fort, und sie zeigt sich nicht blofs bei derben Kupferkies-Massen, sondern auch bei Krystallen (s. Kupferpecherz). Websky beobachtete auf den angeführten Kupfererzgängen nicht blofs die Umwandlung des Kupferkieses, sondern auch des Buntkupfererzes in Kupferpecherz, oder auch in, mit Eisenocher gemengtes Rothkupfererz. Aber nur einzelne Kupferkieskrystalle der jüngeren Erzführung, und nur das derbe Buntkupfererz des *Schwarz-Adler*-Ganges wandelten sich in Kupferpecherz (welches er eigentlich nur für ein mit Eisenoxydhydrat verunreinigtes Kieselkupfer hält) um. Sonst geht Kupferkies in ein dichtes, grünes, nicht sehr glänzendes, splitteriges Kieselkupfer über, welches wahrscheinlich durch beigemengten Kupferindig schwarzblau erscheint. Auch Kupferglanz wandelt sich in ein durch Rothkupfererz scharlachroth gefärbtes Kieselkupfer um, welches sich, anfangs stark pechglänzend, allmälig dunkler färbt und in erdige Massen übergeht.

Alle diese Umwandlungsproducte nehmen noch genau den Platz der ursprünglichen Erze ein. Sie unterscheiden sich daher von demjenigen Kieselkupfer, welches sich aus Gewässern abgesetzt hat, und himmelblaue, mehr durchscheinende, dem Allophan näher stehende traubige Rinden bildet, die auf der Oberfläche allmälig erdig werden, und in einen fast nur aus Kieselsäure bestehenden Guhr übergehen,

*) Blum die Pseudomorphosen S. 213 und Nachtrag I. S. 114.

wie er sich fortwährend noch aus manchen Grubenwassern absetzt.

Die Kupfererzgänge bei *Kupferberg* finden sich hauptsächlich im Dioritschiefer, mithin in einem Feldspathgestein, zum Theil Oligoklas, der in Nestern in einer Umwandlung begriffen ist. Das Nebengestein ist im Allgemeinen mehr oder weniger in thonschiefer- und serpentinartige, chloritische Massen umgewandelt. Alkalische Silicate mufsten daher in die Gangräume geführt werden; das durch Oxydation der Kupfererze entstandene schwefelsaure Kupferoxyd wurde durch sie zersetzt, und Kupferoxydsilicate bildeten sich. Anders läfst sich die Bildung des Kieselkupfers nicht begreifen. Websky bemerkt, dafs diese Bildung fast immer mit dem Verluste des Eisengehaltes der Kupferpecherze verknüpft sei. Diefs läfst sich daraus erklären, dafs sich das, bei der Zersetzung des schwefelsauren Kupferoxyd durch alkalische Silicate entstandene schwefelsaure Kali mit dem bei der Oxydation des Kupferkieses oder Buntkupfererzes gebildeten Eisenoxydul- oder Eisenoxydsulphat zu leichtlöslichen Doppelsalzen verband, welche fortgeführt wurden, während das Kieselkupfer mit Kupferindig oder Rothkupfererz (die Zersetzungsproducte eines Antheils Schwefelkupfer im Kupferkies) zurückblieb.

In diesen Erzgängen findet sich auch nicht selten Malachit in Quarzdrusen, und manchmal wechselt er mit Schalen von Kieselkupfer, welches theils jünger, theils älter ist. Diefs beweiset, dafs auch kohlensaure Alkalien, herrührend von der Zersetzung des Feldspath, schwefelsaures Kupferoxyd in kohlensaures Kupferoxyd zersetzt haben, welches mit dem kieselsauren Kupferoxyd von den Gewässern fortgeführt wurde.

Es ist interessant, durch Websky's genaue Beschreibung der Zersetzuugsproducte der Kupfererze in diesen Gängen Fälle kennen gelernt zu haben, in denen von diesen Producten fast alle zugleich erscheinen. Gewifs würde man diese Mannichfaltigkeit von Zersetzungsproducten auch an anderen Orten finden, wenn Bergleute ihnen eine ebenso sorgfältige Beachtung schenken würden.

Der Kupferkies zersetzt sich endlich noch in Malachit (S. Malachit).

Mehrfach kommen die oxydirten Kupfererze am Ausgehenden und in den obereu Teufen der Gänge vor, während die gröſseren Teufen geschwefelte Kupfererze enthalten.

Bleiglanz, nächst den Eisenerzen eines der verbreitetsten Erze auf Gängen im älteren und neueren Gebirge. Besonders merkwürdig ist sein Vorkommen in gröſseren oder kleineren Lagern im Kohlensandstein, bunten Sandstein, Muschelkalk, Keupersandstein, Keupermergel, Keupergyps, Liassandstein, Liasmergel, in Lehm mit Thoneisenstein, in tropfsteinartigen Massen, als Anflug auf Steinkohle und als Ausfüllung feiner Risse und Klüfte, so wie auf Schieferkohle, auch in Nieren der Sphärosiderite in der Steinkohlenformation und in bituminösen Baumstämmen. Er ist $\frac{1}{1}$ Schwefelblei (Westrumb, Thomson, Robertson) und ist sehr häufig silberhaltig, was vorzugsweise durch die hüttenmännischen Processe nachgewiesen ist. Er enthält manchmal freien Schwefel (Johnston und Thomson) und 2,2—3,6 Zink (von *Przibram* in *Böhmen*, Lerch). Auch im sogenannten Bleischweif von der *Bockswiese* bei *Clausthal* fand Rammelsberg 3,34 Schwefelzink, nebst geringen Mengen Schwefeleisen und Schwefelantimon; da indeſs Zinkblende darin eingesprengt vorkommt: so hält er es für zweifelhaft, ob Schwefelzink ihm wesentlich ist. In verschiedenen Varietäten aus *Toscana* fand Bechi 2,4—5,8 Antimon, 1,3—2,8 Eisen, 0,4—4,2 Kupfer und 0,02—1,3 Zink. Im Allgemeinen zeigt der Bleiglanz wenig Neigung mit anderen elektropositiven Schwefelmetallen zusammengesetzte Verbindungen einzugehen.

Der Bleiglanz ist verschiedenen Umwandlungen unterworfen, und kommt auch als Zersetzungsproduct des Bournonit vor (s. diesen). In Formen von Bleiglanz findet sich Bleivitriol (Bd. II. S. 1316), sehr häufig kohlensaures Bleioxyd (S. 1314), selten Mennige, Pyromorphit und molybdänsaures Bleioxyd (s. diese).

Die Umwandlung des Bleiglanzes in Bleivitriol ist einer der seltenen Fälle, wo, in Folge der Schwerlöslichkeit des letzteren, der Oxydationsproceſs, dem die Schwefelmetalle unterliegen, durch eine Pseudomorphose nachgewiesen ist.

Bei der Umwandlung des Bleiglanzes in kohlensaures Bleioxyd ist die Gewichts-Zunahme = 11,58 und die Volumen-Zunahme = 28,13. Wenn daher, wie z. B. auf der Grube *los Azulaquos* unfern *Zakatekas* *), diese Umwandlung fast allen Bleiglanz in den oberen Teufen ergriffen hat: so mufs man fragen, wie hat sich das entstandene Weifsbleierz Platz verschafft, wenn von ihm nichts fortgeführt wurde? — Die Pseudomorphosen von *Markirchen* (S 1315) sind entweder hohl und innen mit Krystallen von kohlensaurem Bleioxyd besetzt, oder mit einem Gemenge aus diesem und aus Bleiglanz erfüllt. In beiden Fällen, und besonders im ersten, wurden daher bedeutende Quantitäten kohlensaures Bleioxyd durch die Gewässer fortgeführt. Da Weifsbleierz sehr häufig in Drusenräumen und auf Klüften von Bleiglanz vorkommt, und in diesen Fällen gewifs an Ort und Stelle aus diesem enstanden ist: so wurden, selbst wenn sich die Drusen ganz mit kohlensaurem Bleioxyd erfüllt zeigen, wenigstens 11,58 Gewichtstheile oder 28,13 Volumentheile fortgeführt. Wo solche Umwandlungen von Statten gehen, da müssen die Gewässer kohlensaures Bleioxyd aufgelöst enthalten, und dafs diefs so ist, zeigt das Vorkommen des Weifsbleierzes in Höhlungen von Brauneisenstein, von Quarz auf Bleierzgängen und auf Klüften und Höhlungen im Gebirgsgesteine, so wie in der Gesteinmasse selbst (Kalkstein, Sandstein, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Granit, Porphyr). Der Bleiglanz mufs, wenn er sich in Weifsbleierz umwandeln soll, mit bedeutenden Quantitäten Wassers in Berührung kommen, damit der darin enthaltene Sauerstoff Blei und Schwefel oxydiren kann. Da nun das kohlensaure Bleioxyd keineswegs zu den schwerlöslichsten Substanzen gehört (S. Weifsbleierz): so ist begreiflich, dafs nicht unbeträchtliche Mengen dieses Salzes von den Gewässern fortgeführt werden. Geht der Umwandlung des Bleiglanzes in kohlensaures Bleioxyd die in schwefelsaures Bleioxyd vorher (S. 1317): so wird schon von diesem durch die Gewässer fortgeführt; denn 1 Th. desselben löst sich in 22816 Th. Wassers (Fresenius).

Die Umwandlung des Bleiglanzes in Mennige ist durch

*) Burkart Reisen in Mexico Bd. II. S. 167.

Pseudomorphosen von Smithson, Hänle und Blum *) nachgewiesen. Die Oxydation beginnt an den Kanten des Bleiglanzes und schreitet da, wo die Blätterlagen zweier Krystalle sich berühren, oder an den Ecken nach dem Innern fort. Bei dieser Umwandlung ist die Gewichts-Abnahme = 4,52; die Volumen-Zunahme aber = 55,7. Aus der Beschreibung dieser Pseudomorphosen ist eine so bedeutende Zunahme des Volumens nicht zu ersehen; im Gegentheil fängt der Bleiglanz bei beginnender Umwandlung an, etwas porös zu werden. Diesem gemäfs mufste bei der Oxydation des Bleiglanzes eine bedeutende Menge desselben fortgeführt werden, sei es als schwefelsaures, oder als kohlensaures Bleioxyd. Da sich letzteres gleichfalls in Mennige umwandelt (S. Mennige): so ist es wahrscheinlich, dafs auch der Umwandlung des Bleiglanzes in Mennige die in kohlensaures Bleioxyd vorhergehe, und dafs von diesem, bei seiner Umwandlung durch weitere Oxydation und beim Verlust von Kohlensäure, ein Theil fortgeführt werde. Wünschenswerth ist, dafs diese Verhältnisse durch weitere Untersuchungen solcher Pseudomorphosen aufgeklärt werden.

Bei der Umwandlung des Bleiglanzes in Pyromorphit (Buntbleierz), welche von Zippe und Blum **) in Pseudomorphosen nachgewiesen wurde, lassen sich, da dieses Erz in seiner Zusammensetzung so sehr schwankt, keine genauen Rechnungen über Veränderung des Gewichts und des Volumens anstellen. Da aber Sauerstoff, Chlor, Phosphorsäure und Arseniksäure, welche zum Bleiglanz treten, bei weitem mehr betragen, als der Schwefel, welcher von demselben abgeschieden wird: so findet in allen Fällen eine Gewichtszunahme statt, und da auch wegen Verminderung des spec. Gewichts eine Volumenzunahme von 6 Proc. eintritt: so mufs die ganze Volumen-Zunahme sehr bedeutend sein. Die von Zippe beschriebenen Pseudomorphosen sind zum Theil hohl, zum Theil noch mit Bleiglanz erfüllt. Eine der von Blum beschriebenen Pseudomorphosen ist im Innern ganz mit Pyromorphit erfüllt, und mit einer ganz feinen Brauneisenstein-

*) Die Pseudomorphosen S. 176.

**) Ebend. S. 181 und Nachtrag I. S. 96.

Rinde überzogen, eine andere ist gleichfalls nicht hohl, wieder andere sind gewöhnlich mehr oder minder hohl und enthalten im Innern einen Ueberrest von Bleiglanz oder ein Gemeng von Pyromorphit, oder von beiden mit Bleiglanz. Die dicke Rinde aber, welche die Form des Bleiglanzes zeigt, besteht nur aus dichtem Pyromorphit.

Daſs bei der Umwandlung in hohle Krystalle von dem Bleiglanz beträchtliche Mengen fortgeführt wurden, ist nicht zweifelhaft. Bei den nicht hohlen Krystallen kann die Umwandlung ohne Fortführung nur dann gedacht werden, wenn sich die ursprünglichen Bleiglanz-Würfel ohne Veränderung der Form vergröſsert haben sollten *). Da indeſs bei einigen pseudomorphen Krystallen Quarz eine Rinde, theils nur an einer, theils an mehreren Seiten bildet, da dieser Quarz sich vor der Umwandlung angelagert hatte und diese nur da

*) G. Rose (Bericht d. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1853. S. 491) führt bei der Beschreibung einer Pseudomorphose von Kalkspath nach Aragonit an, daſs Risse den ganzen Krystall durchsetzen, welche sich aus der Abnahme des spec. Gewichts bei dieser Umwandlung, und der dadurch bewirkten Ausdehnung der ganzen Masse erklären, und daſs es zu verwundern sei, wie sich dabei noch die Form des Aragonit erhalten konnte.

Wir sehen hier, was bei einer Pseudomorphose geschieht, wo weder ein Verlust, noch eine Aufnahme von Stoffen statt findet. Wenn nun aber bei anderen Pseudomorphosen in demselben Verhältnisse Stoffe aufgenommen werden, als sich das spec. Gewicht vermindert: so ist es als möglich zu denken, daſs auch dann noch die frühere Form erhalten werden könne, ohne daſs aber Risse entstehen. Ja es erscheint als möglich, daſs dieſs selbst dann noch geschehen könne, wenn Stoffe in gröſserem Verhältnisse aufgenommen werden als das spec. Gewicht abnimmt. Wenn sich daher aus der Rechnung eine Volumen-Zunahme ergiebt: so kann sie auch wirklich statt gefunden haben, ohne daſs sich die Form im mindesten verändert hatte. Hierbei ist natürlich vorauszusetzen, daſs der Krystall nicht im festen Gestein oder in eine vorhergegangene Incrustation eingeschlossen war, sondern völlige Freiheit hatte, sich auszudehnen. War dieſs aber nicht der Fall, zeigt der pseudomorphe Krystall sogar hohle Räume im Innern: so ist es sehr wahrscheinlich, daſs, wenn sich aus der Rechnung eine Volumen-Zunahme ergiebt, diese auch wirklich statt gefunden habe.

von Statten ging, wo der Bleiglanz nicht durch den Quarz gegen die Gewässer geschützt war: so hätten bedeutende Verzerrungen in der Form eintreten müssen, wenn eine Volumen-Zunahme eingetreten wäre. Ueberdiefs bildete sich die erwähnte Pyromorphit-Rinde nur da, wo kein Quarz war; unter der Quarzrinde setzten sich dagegen nur einzelne Pyromorphit-Nadeln oder solche von kohlensaurem Bleioxyd an. Alle diese Verhältnisse lassen mit grofser Wahrscheinlichkeit schliefsen, dafs bei allen diesen Pseudomorphosen mehr oder weniger vom Bleiglanz fortgeführt wurde.

Die Gegenwart des kohlensauren Bleioxyd in diesen Pseudomorphosen zeigt, dafs die Kohlensäure während der Umwandlungen eine Rolle gespielt hat. Da nun Pseudomorphosen von Pyromorphit nach kohlensaurem Bleioxyd existiren: so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs der Umwandlung des Bleiglanzes in Pyromorphit die des Bleiglanzes in kohlensaures Bleioxyd vorhergegangen ist. In welchen Verbindungen Phosphorsäure, Arseniksäure und Chlor eingeführt wurden, ist schwer zu entziffern. Dafs sie nicht in freiem Zustande waren, ist aber ganz gewifs.

Es ist nicht uninterressant zu sehen, wie bei den drei angeführten Umwandlungen, nämlich des Bleiglanzes in kohlensaures Bleioxyd, in Mennige und in Pyromorphit, Bleiverbindungen durch die Gewässer fortgeführt werden mussten. In Gewässern, welche aus Stollen alter Bleigruben abfliefsen, wird man auch gewifs Bleioxyd finden. Bis jetzt liegen nur wenige Untersuchungen dieser Art vor. So fand Hochstetter *) in dem Wasser des uralten *Hackelsberger Stollen* bei *Obergrund* in *Oestreich. Schlesien*, neben wasserhaltigem basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, 0,92 Bleioxyd und eine Spur von Arsenik, und in einem der vielen in diesem Stollen gebildeten Stalactiten und Stalagmiten **), neben basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, 0,61 Bleioxyd und Spuren von Kupfer und Arsenik. Der Stollen steht in einem quarzig-talkigen Schiefer und im Thonschiefer, die eingesprengten Bleiglanz, Eisenkies und Kupfer enthalten, und in

*) Poggend. Ann. Bd. LXXXIX. S. 489.

**) Glocker ebend. S. 482 ff.

denen Gänge von Bleiglanz, Zinkblende mit Kupferkies aufsetzen. Ein am *Rammelsberg* bei *Goslar* vorkommender Ocher enthält, nach Jordan *), neben basisch-schwefelsaurem Eisenoxyd, 1,29 Zinkoxyd und 0,5 Kupferoxyd. Es ist nicht zweifelhaft, dafs alle diese Metalloxyde als Sulphate vorhanden waren, und so sieht man denn, wie das schwerlösliche Oxydationsproduct des Bleiglanzes durch Gewässer fortgeführt wird.

Ist nun durch diese Analysen und durch die pseudomorphischen Processe die Fortführung von Bleisalzen aus zersetztem Bleiglanz entschieden nachgewiesen: so wird Niemand die Möglichkeit bestreiten, dafs auch in die Gangspalten durch die Gewässer Bleisalze geführt wurden, au denen Bleiglanz, welcher, wenn wir bei dem Gegebenen stehen bleiben, als eine ursprüngliche Bildung erscheint, entstanden ist.

Es ist nur eine einzige Bildung des Bleiglanzes durch Zersetzung eines anderen Bleierzes, des Bournonit, (S. diesen) und ebenso nur eine einzige Pseudomorphose des Bleiglanzes in Formen eines anderen Minerals, des Pyromorphit (S. diesen) bekannt. Letztere ist überhaupt der einzige bekannte Fall einer Pseudomorphose eines Schwefelmetalls nach einem Metallsalze. Der Bleiglanz wird verdrängt durch Quarz (S. 1313), Brauneisenstein (S. 1337) und Kieselzink (S. 1880). Bei diesen Verdrängungs-Pseudomorphosen kamen gleichfalls die Zersetzungsproducte des Bleiglanzes in wässerige Lösung. Nach Breithaupt **) wurde im *Sächsischen* Erzgebirge eine Pseudomorphose von Fahlerz nach Bleiglanz-Trümmern, mit sehr bedeutender Raum-Verminderung, und eine Pseudomorphose von derben Massen Kupferglanz und Buntkupfererz nach Bleiglanz aufgefunden. Da weder Fahlerz noch Kupferglanz Schwefelblei enthalten: so kann hier nur eine Verdrängung des Bleiglanzes statt gefunden haben.

Haarkies, auf Gängen mit Eisenkies u. s. w., ist $\frac{I}{I}$ Schwefelnickel (Arfvedson, Schnabel und Rammelsberg).

Kobaltkies auf Gängen mit Kupferkies, Eisenkies, Blei-

*) Journ. f. pract. Chem. Bd. IX. S. 95.

**) Paragenesis S. 184 und 185.

glanz u. s. w. und auf Lagern im Gneifs, ist $\frac{4}{3}$ Schwefelkobalt (Hisinger, Wernekink). Bei *Rajpootanah* in *Hindostan* findet sich auch $\frac{1}{1}$ Schwefelkobalt (Middleton).

Wismuthglanz, auf Gängen und Lagern im älteren Gebirge mit Arsenik-, Kupfer-, Eisen- und Bleierzen u. s. w. ist $\frac{3}{1}$ Schwefelwismuth (H. Rose, Wehrle, Warrington, Scheerer, Rammelsberg).

Greenockit, in Blasenräumen und Klüften von Mandelstein zu *Bishopton* unfern *Glasgow* und *Kilpatrik* in *Schottland*, ist $\frac{1}{1}$ Schwefelkadmium (Connel, Thomson).

Zinnober, auf Lagern und eingesprengt im Gebirgsgesteine, seltener auf Gängen, begleitet von gediegenem Quecksilber, Quecksilberhornerz, Amalgam u. s. w., ist $\frac{1}{1}$ Schwefelquecksilber. So weit als dessen Vorkommen bestimmt angegeben ist, findet er sich vorzugsweise im Schiefergebirge, welches namentlich die beiden ergiebigsten Lagerstätten in *Europa*, zu *Idria* und *Almaden*, beherbergt. Dort kommt er fein eingesprengt im Schiefer und Kalkstein, und auch als Anflug, hier auf Quarzgängen vor. Wenn auch nicht in solcher Menge, dafs seine Gewinnung lohnend ist, findet er sich doch sehr verbreitet im Steinkohlengebirge von *Rheinbaiern*. Sein Vorkommen auf Adern und Schnüren in einem durch Zersetzung von Porphyr entstandenen Thon (*la Loma del Encinal* in *Mexico*), im Sandsteine, der zwischen Thon und einer Kalk-Breccie liegt (*Santa-Barbara-Berg* in *Peru*), im Sand und in Thonlagern (*Connecticut*) und im Seifengebirge (*Ural*) zeigt seine, wenn auch gewifs äufserst sparsame Verbreitung im sedimentären Gebirge. Die Flüchtigkeit des Zinnobers schien der beliebten Sublimations-Hypothese seine Einführung in das Gebirgsgestein sehr leicht zu machen; man hat nur vergessen, dafs er sich bei der Sublimation im Laboratorium gleich oberhalb des Bauches des Glaskolbens ansetzt. Wie viele Meilen hoch von dem Sublimations-Heerde unter den sedimentären Formationen hätte daher das Gebirge bis zum Glühen erhitzt sein müssen, um den, nahe der Oberfläche noch vorkommenden Zinnober bis dahin zu treiben! — Nach den Analysen, namentlich des krystallisirten Zinnobers (Klaproth, Schnabel), ist er reines Schwefelquecksilber.

Blum *) beschreibt Pseudomorphosen des Zinnobers nach Fahlerz von *Moschel-Landsberg*. Es sind Tetraëder, die meist zerbrochen sind und wovon nur noch der dreiseitige Umrifs der, auf zersetztem Eisenspath in Drusenräumen von Sandstein aufgesessenen Flächen durch festhaftenden Zinnober vorhanden ist. Die Pseudomorphosen bestehen ganz aus einem feinkörnigen oder pulverartigen Aggregat von Zinnober. Blum zählt sie zu den Verdrängungs-Pseudomorphosen, weil das in manchen Fahlerzen enthaltene Schwefelquecksilber zu wenig beträgt, um daraus eine Umwandlung begreifen zu können. Das an Quecksilber reichste Fahlerz, von *Gustav Friderici* in *Ungarn*, würde nur 19,34 Zinnober durch seine Zersetzung geben. Die chemische Analyse des, zu *Moschel-Landsberg* den Zinnober begleitenden Fahlerzes ist sehr zu wünschen, um zu ermitteln, ob ein fraglicher Quecksilbergehalt mit concurrirt habe. Das Vorkommen des Zinnobers als Vererzungs-Mittel von Fischresten und Holz macht übrigens die Verdrängung von Fahlerz begreiflich. Eine Verknüpfung des Zinnobers mit organischen Substanzen zeigt auch das zu *Idria* in einem bituminösen Schieferthon vorkommende Quecksilber-Lebererz, ein inniges Gemeng von Zinnober mit Idrialin, Kohle (2,3) und erdigen Theilen. Könnten eben so leicht Quecksilbersalze, wie die Reductionsmittel schwefelsaurer Salze, zur Bildung von Schwefelquecksilber nachgewiesen werden: so würde das Vorkommen desselben in Begleitung mit organischen Ueberresten leicht zu begreifen sein.

Quecksilberhornerz ist ein Begleiter des Zinnobers an mehreren Orten. Es liegt nichts vor, woraus man auf eine Umwandlung desselben in Zinnober oder auch umgekehrt des letzteren in jenes schliefsen könnte. Ein solches Zusammenvorkommen zweier, dasselbe Metall enthaltender Erze bietet aber stets einen Wahrscheinlichkeitsgrund für eine Umwandlung dar. Eine quantitative Analyse des Quecksilberhornerzes ist nicht bekannt; aus seinem Verhalten ergiebt sich aber, dafs es Quecksilberchlorür, mithin eine der schwerlöslichsten Verbindungen ist, die wir kennen. Schon bei gewöhnlicher

*) Nachtrag II. S. 124.

Temperatur lösen jedoch verdünnte Lösungen von Chlornatrium, Chlorcalcium und Chlormagnesium, also gerade diejenigen Chlorüre, welche so häufig in Gewässern vorkommen, geringe Mengen Quecksilberchlorür auf. Dafs daher dieses Salz in Gewässern vorkommen und sich daraus als solches, oder bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff oder Schwefellebern als Schwefelquecksilber absetzen kann, ist unzweifelhaft. John untersuchte ein Mineral von *Johann-Georgenstadt*, und fand, dafs es aus salpetersaurem Quecksilberoxydul bestehe. Jedenfalls könnte aber erst eine Bestätigung dieser Untersuchung dahin führen, ein solches Quecksilbersalz dem Quecksilberhornerz anreihen zu wollen.

Zinnober findet sich in Formen von Eisenkies *). Diese Verdrängung ist vollständig oder theilweise, so dafs sich im letzteren Falle ein Gemeng von Zinnober und Eisenkies darstellt, oder letzterer ist in Eisenocher umgewandelt.

Nach Domeyko **) kommt in allen Quecksilbergruben von *Chili* mit dem Quecksilbererze eine Gangart vor, in der ein sehr Quecksilber-haltiges Fahlerz und ein feines hellrothes Pulver enthalten ist, welches aus antimonigsaurem Quecksilberoxyd bestehen soll. Wahrscheinlich ist dieses ein Zersetzungsproduct des Fahlerzes, besonders da sich in dieser Gangart auch Kupferlasur findet. Die ungleichen Verhältnisse zwischen antimoniger Säure und Quecksilberoxyd in zwei Proben sprechen aber dafür, dafs hier blofs ein Gemeng aus antimonsaurem Antimonoxyd und Quecksilberoxyd vorliegt, von welchem die hellrothe Farbe herrührt.

Silberglanz, auf Erzgängen mit gediegenem Silber, Rothgültigerz, Bleiglanz u. s. w., ein häufig vorkommendes Silbererz ist reines $\frac{1}{1}$ Schwefelsilber (Klaproth). Es findet sich auch als Zersetzungsproduct von Rothgültigerz (S. 1937). Nicht selten ist es von Strahlkies, manchmal auch von Eisenkies überzogen, bisweilen theilweise verschwunden, so dafs zwischen der Strahlkies-Rinde und dem Kerne ein hohler Raum entstanden ist, oder, jedoch selten, ist es ganz verschwunden. Im Innern sind die Umhüllungs-Pseudomor-

*) Blum Nachtrag II. S. 123,

**) Ann. des Mines (4) T. VI. P. 183.

phosen theils ganz hohl, theils mit einer porösen Masse von Strahlkies mehr oder weniger erfüllt *). Reduction des Silberglanzes s. gediegenes Silber.

Schwefelzinn kommt als solches nicht, sondern nur in Verbindung mit anderen Schwefelmetallen im Zinnkies (s. diesen) vor.

Molybdänglanz, auf Gängen und Lagerstätten von Magneteisen und Zinnerz, im Granit, Syenit, Gneifs, Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefer, auf Quarzgängen im Granit und Gneifs, im Kupferschiefergebirge von *Mannsfeld* (Kersten **) ist $\frac{2}{1}$ Schwefelmolybdän (Bucholz, Brandes, Seybert). Der Molybdänglanz von *Lindas* in *Smaland* und von *Bohuslän* enthalten sehr geringe Mengen Phosphorsäure (oder Phosphor) (Svanberg und Struve). Vier Analysen dieser Chemiker, welche sehr nahe mit einander übereinstimmen, geben 0,09—0,21 Schwefel weniger, als die theoretische Zusammensetzung; es ist daher zu vermuthen, dafs das Atomgewicht des Molybdän noch nicht genau bestimmt ist. Man könnte aber auch annehmen, dafs die analysirten Molybdänglanze durch theilweise Oxydation schon etwas Schwefel verloren hätten. Auch die früheren Analysen des Molybdänglanzes geben den Schwefel zu gering an. Es ist zu wünschen, dafs Molydänglanze, welche verändert erscheinen, analysirt werder möchten; vielleicht finden sich dann noch geringere Mengen Schwefel. Diefs würde auch auf chemischem Wege beweisen, dafs der Molybdänglanz durch Oxydation Molybdänsäure liefert. (S. Molybdänocher). Breithaupt's Edler Molybdänglanz soll ein Gold- und Silber-haltiges Selenmolybdän sein.

Antimonglanz, auf Erzgängen im Gneifs, Glimmerschiefer, Granit, Diorit, Syenit, Porphyr, Thonschiefer, Grauwacke und Uebergangskalk, ist meist reines $\frac{3}{1}$ Schwefelantimon; er enthält jedoch manchmal Spuren von Arsenik und Eisen. Er ist das am häufigsten vorkommende Antimonerz, aus welchem die übrigen Antimonverbindungen, Antimonblüthe, Antimonocher, Antimonblende und gediegenes Antimon hervorgegangen sind.

*) Blum Nachtrag II. S. 120.

**) Poggend. Annal. Bd. LI. S. 540.

Realgar und *Auripigment* kommen auf denselben Fundorten in Gängen, begleitet von gediegenem Arsenik, Silber-, Kupfer- und Bleierzen, im Dolomit, Kalkstein und körnigem Gyps, in der Solfatara von *Puzzuoli* und als Auswürflinge des *Vesuv* u. s. w. vor. Nach den Analysen beider Schwefelverbindungen ist ziemlich nahe Realgar $\frac{2}{1}$ und Auripigment $\frac{3}{1}$ Schwefelarsenik; Berzelius macht es aber wahrscheinlich, dafs die beiden von Klaproth und Laugier analysirten Schwefelverbindungen arsenige Säure enthalten hatten. Nach Volger *) soll das Auripigment stets ein Umwandlungsproduct des Realgar sein. Diese Umwandlung geht selbst in den Mineralien-Cabineten von Statten: die Realgar-Stufen zerfallen nach und nach in ein gelbröthliches Pulver, und es scheidet sich arsenige Säure selbst in mikroskopisch kleinen Krystallen aus. Indem daher ein Antheil Arsenik des Realgar zu arseniger Säure oxydirt wird, verbindet sich der ausgeschiedene Schwefel mit dem Rest des Realgar zu Auripigment. Volger überzeugte sich, dafs sich in der Art des Vorkommens des Auripigment, in Berührung mit Realgar, die gröfste Analogie mit den Erscheinungen an den Realgar-Stufen in den Mineralien-Cabineten zeigt. Diese Untersuchungen bestätigen daher die Vermuthung von Berzelius.

Dimorphin, auf Gesteinsspalten in der grofsen Fumarole der Solfatara in den *Phlegräischen Feldern*, meist in Begleitung von Realgar, ist Schwefelarsenik, welches nach einer nicht genauen Analyse 24,55 Schwefel enthält, und daher $\frac{3}{2}$ Schwefelarsenik sein würde (Scacchi) **).

Zusammengesetzte Schwefelmetalle.

1) *Elektropositive Schwefelmetalle mit electropositiven Schwefelmetallen.*

Silberkupferglanz, mit Silberglanz, Kupferkies, Bleiglanz, Kupferglanz, Buntkupfererz, Malachit u. s. w., besteht aus

*) Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien S. 35 ff.

**) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. IV. S. 173.

gleichen Atomen Schwefelsilber und Schwefelkupfer (Stromeyer, Sander). In sehr abweichenden Verhältnissen finden sich Silber und Kupfer in derben Erzen aus *Chili* (Domeyko).

Cuproplumbit, aus *Chile* (Breithaupt) besteht aus 1 At. Schwefelkupfer, wovon ein kleiner Theil durch Schwefelsilber ersetzt ist, und 2 At. Schwefelblei (Plattner).

Corrolit, ein zinnweifses spaltbares Mineral von *Flinksburg*, besteht aus gleichen Atomen Schwefelkupfer und Schwefelkobalt mit etwas Nickel und Arsenik, welches vielleicht von einer Beimischung von Kobaltglanz oder Speifskobalt herrührt, beigemengt sind 8,78 Magnetkies (Faber).

Wismuthkupfererz, auf einem Gange im Granit mit gediegenem Wismuth und Kupferkies, auch auf Kobaltgängen, besteht aus Schwefelkupfer und Schwefelwismuth (Klaproth).

Nadelerz (s. Wismuthocher). Diesem kommt nahe der Chiviatit in Begleitung von Eisenkies, von *Chiviato* in *Peru* (Brooke), welcher gleichfalls aus Schwefelwismuth, Schwefelblei mit etwas Schwefelkupfer besteht (Rammelsberg).

Nickelwismuthglanz mit Quarz und Kupferkies von *Grünau*. Wir begnügen uns anzuführen, dafs er aus Schwefel, Nickel, Wismuth, Kobalt, Kupfer, Eisen, und Blei besteht. Zwei Analysen von Schnabel stimmen zwar unter sich, weichen aber bedeutend von der v. Kobell's ab. Die vielen Mühen für dieses Mineral nach letzterer Analyse eine Formel zu entwickeln, hätte man sich füglich ersparen können *).

2) *Elektropositive Schwefelmetalle mit elektronegativen Schwefelmetallen.*

Rothgültigerz, auf Gängen im älteren Gebirge, begleitet von Bleiglanz, Silberglanz u. s. w. Die dunkle Species enthält Antimon, die lichte Arsenik; das fahle Rothgültigerz von *Andreasberg* scheint aber Antimon und Arsenik zu ent-

*) Man sollte überhaupt nicht das Formel-Wesen so weit treiben, dafs man, wenn nur eine einzige Analyse eines sehr zusammengesetzten Minerals vorliegt, danach eine Formel construiren will.

halten (Zincken). Die mit den Analysen (Bonsdorff, Wöhler, Böttger, H. Rose) nahe übereinstimmende theoretische Zusammensetzung ist

	dunkles Rothgültigerz		lichtes
Schwefelsilber . .	67,76		75,11
Schwefelantimon .	32,24	Schwefelarsenik	24,89
	100,00		100,00

Rothgültigerz zersetzt sich in Silberglanz, wie die Pseudomorphosen des letzteren nach ersteren zeigen (S. 1934). Die Krystallgruppen lassen bei den einzelnen Individuen alle Grade der Veränderung von den reinen Krystallen des Rothgültigerzes bis zu den ganz in Silberglanz übergegangenen wahrnehmen. Die Umwandlung beginnt da, wo die Krystalle aufgewachsen sind *). Beim dunkeln ist die Gewichts-Abnahme 32,24 und beim lichten 24,89 und die Volumen-Abnahme ungefähr (weil das spec. Gewicht des Rothgültigerzes so sehr verschieden ist) beim ersteren 45,30, beim letzteren 39,38. In der Beschreibung dieser Pseudomorphosen ist aber nichts von hohlen Räumen oder poröser Beschaffenheit zu finden. Blum sagt blofs: ein Aggregat von sehr kleinen Silberglanz-Würfeln setzt die frühere Form des Rothgültigerzes zusammen.

Bei dieser Zersetzung werden, aufser einem Theil Schwefel, 23,46 Antimon oder 15,16 Arsenik fortgeführt.

Rothgültigerz wird auch durch Eisen- und Strahlkies verdrängt (S. 1340).

Schwarzgültigerz, auf Gängen im älteren Gebirge mit anderen Silbererzen, Bleiglanz, Blende u. s. w. Die mit den Analysen (H. Rose und Kerl) ziemlich übereinstimmende theoretische Zusammensetzung ist:

Schwefelsilber . .	80,79
Schwefelantimon .	19,21
	100,00

Zersetzungen des Schwarzgültigerzes sind nicht bekannt; es wird aber gleichfalls durch Eisen- und Strahlkies ver-

*) Marx in Jahrb. der Chem. und Phys. Bd. LVI. Blum die Pseudomorphosen S. 21. Sillem und Reufs Nachtrag II. S. 16.

drängt (S. 1339). Diese Verdrängungen sind sehr interessant, weil sie darthun, dafs nicht blofs Schwefelantimon, wie beim Rothgültigerz, sondern auch Schwefelsilber durch Gewässer fortgeführt werden kann. Es ist diefs ein hervortretender Fall einer Fortführung einer Silberverbindung. Die Pseudomorphosen von Eisenkies nach Schwarzgültigerz werden indefs von gediegenem Silber begleitet; in diesem Falle fand daher eine Reduction desselben statt.

Miargyrit, von *Bräunsdorf* in *Sachsen*, auch in *Mexico* besteht aus gleichen At. Schwefelantimon und Schwefelsilber mit wenig Kupfer und Eisen (H. Rose).

Sternbergit mit Rothgültig- und Schwarzgültigerz und anderen Silbererzen, scheint aus 1 At. Schwefelsilber und 2 At. $\frac{3}{2}$ Schwefeleisen zu bestehen.

Xanthokon, aus der Grube *Himmelsfürst* unfern *Freiberg* (Breithaupt) besteht nach Plattner aus

3 At.	Schwefelsilber, mit etwas Schwefeleisen	72,75
2 „	Zweifach Schwefelarsenik (Realgar) . .	27,25
		100,00

Enargit, in sehr bedeutenden Massen auf einem Gange im krystallinischen Kalkstein zu *Morosocha* auf den *Cordilleren* von *Peru* (Breithaupt), ist eine Verbindung von mehreren Schwefelmetallen (Kupfer, Antimon, Eisen, Zink, Silber) mit Schwefelarsenik (Plattner).

Kupferantimonglanz mit Antimonglanz, Bournonit, Zinkenit und Plagionit auf einem Quarzgange am *Harz*, besteht, wenn die geringen Mengen Eisen und Blei von den Begleitern (Kupferkies und Federerz) herrühren, aus gleichen Atomen Schwefelantimon und Schwefelkupfer (H. Rose).

Zinkenit, auf den Antimongruben zu *Wolfsberg* am *Harz*, besteht aus gleichen Atomen Schwefelantimon und Schwefelblei mit geringen Mengen Eisen, Kupfer und Silber (H. Rose und Kerl).

Plagionit, mit Bournonit und mit Zundererz und Federerz überwachsen zu *Wolfsberg*, besteht aus 3 At. Schwefelantimon und 4 At. Schwefelblei (H. Rose und Kudernatsch).

Jamesonit, mit Bournonit, besteht aus 2 At. Schwefel-

antimon und 3 At. Schwefelblei mit geringen Mengen Eisen und Kupfer (H. Rose und Schaffgotsch).

Federerz mit anderen Antimonerzen bei *Wolfsberg*, besteht aus 1 At. Schwefelantimon und 2 At. Schwefelblei mit Spuren von Eisen und Zink (H. Rose, Rammelsberg). Heteromorphit, eine Abänderung des Federerzes (Rammelsberg, Bechi, Löwe).

Steinmannit zu *Przibram* in *Böhmen*, soll aus Schwefelantimon und Schwefelblei bestehen (Zippe). Im zersetzten Steinmannit, mit zersetztem Eisenkies gemengt, finden sich krystallisirtes kohlensaures Bleioxyd und haarförmiges gediegenes Silber.

Boulangerit, mit Eisenkies, Arsenikkies und Antimonglanz, besteht nach den ziemlich nahe übereinstimmenden Analysen von sehr verschiedenen Fundorten (Thaulow, Bromeis, Brüel, Abendroth, Rammelsberg, Bechi) aus 1 At. Schwefelantimon und 3 At. Schwefelblei, zum Theil mit etwas Schwefelkupfer, Schwefelzink und Schwefeleisen. Die berechnete Zusammensetzung giebt indeſs eine etwas gröſsere Menge Blei, als irgend eine der Analysen.

Kilbrikenit scheint aus 1 At. Schwefelantimon und 5 At. Schwefelblei zu bestehen (Apjohn). Er ist vielleicht bloſs Grokronit.

Grokronit ist wesentlich eine Verbindung aus Schwefelblei mit Schwefelantimon und Schwefelarsenik, enthält aber noch auſserdem geringe Mengen von Kupfer, Eisen, Zink mit Spuren von Silber und Wismuth (Svanberg, Sauvage und Kerndt).

Berthierit, auf Erzgängen mit Eisenkies und mit diesem und Antimonglanz, besteht aus Schwefelantimon und Schwefeleisen in drei verschiedenen Mischungverhältnissen (Berthier, Rammelsberg, Pettko und Daubrée), manchmal mit geringen Mengen, Zink, Arsenik und Mangan.

Bournonit, auf Gängen mit Antimonglanz, Bleiglanz, Fahlerz u. s. w., ist Schwefel- Antimon- Blei- Kupfer, worin die beiden letzten Schwefelmetalle etwas schwanken, sich aber gegenseitig zu vertreten scheinen. Er enthält niemals, wenn er frei von Fahlerz ist, Silber (Rammelsberg und C.

Bromeis). Die Umwandlungs-Pseudomorphose von Bleiglanz nach Bournonit zeigt eine Zersetzung, wobei Schwefel-Antimon-Kupfer ausgeschieden wurden, und Schwefelblei als dünne Rinde zurückblieb *). Wurde von diesem nichts fortgeführt: so beträgt es 46,26—49,54; die Gewichts-Abnahme ist daher 53,74—50,46 und die Volumen-Abnahme 58,18—60,73, welches den hohlen porösen und durchlöcherten Krystallen entspricht. Wo sich die beinahe ganz durchscheinende Blende in der Nähe der veränderten Krystalle findet, hat sie meist einen feinen stahlgrauen schaumartigen Ueberzug. Mit Blum müssen wir vermuthen, dafs sich hier die aus den ursprünglichen Bournonitkrystallen fortgeführten Substanzen theilweise abgesetzt haben.

Schilfglaserz, von seltenem Vorkommen, ist Schwefel-, Antimon-, Blei-, Silber (Wöhler). Es scheint ein silberhaltiger Bournonit zu sein. Brongniardit, eine ähnliche Verbindung von *Mexico*, kommt dem Heteromorphit am nächsten (Damour).

Arsenikkies, auf Gängen und Lagern, oder eingesprengt in verschiedenen Gebirgsarten, besteht aus $\frac{1}{3}$ Arsenikeisen und $\frac{2}{3}$ Schwefeleisen (Stromeyer, Thomson, Chevreul, Plattner, Freitag, Weidenbusch). Manchmal ersetzt Kobalt einen Theil des Eisens (Kobaltarsenikkies von *Skutterud* in *Norwegen*). Der Kobaltgehalt nimmt um so mehr ab, je gröfser die Krystalle sind (Scheerer, Wöhler). Eisenkies kommt in Formen von Arsenikkies vor (Bd. II. S. 1363). Wäre, bemerkt Blum, blofs das Arsenikeisen fortgeführt worden und das Schwefeleisen zurückgeblieben: so müfste sich dieser Verlust in einem geringeren Zusammenhalt der Krystalle zu erkennen geben, als diefs der Fall ist. Es ist indefs zu bemerken, dafs, wenn die Umwandlung blofs durch Zersetzung erfolgt, das Volumen um ungefähr 14 zunimmt. Ehe nicht weitere Untersuchungen angestellt werden, läfst sich nichts Bestimmtes über diese Pseudomorphose sagen. Plattner und Götzschmann **) beschreiben einen Gang bei *Freiberg*, der Barytspath, Quarz,

*) Sillem in Poggend. Ann. LXX. S. 570. Blum Nachtrag II. S. 14.

**) Jahrb. f. den Berg- und Hüttenmann 1851. S. 32 ff.

Zinkblende, Arsenik- Eisen- und Kupferkies und etwas Bleiglanz enthält. Das Nebengestein, der Gneifs, ist 2—6 und noch mehrere Fufs weit vom Gange mehr oder weniger in einen weifsen, aus wasserhaltigem Thon mit vielen Glimmerblättchen bestehenden Letten umgewandelt, in welchem Arsenikkies theils krystallisirt, theils in Stücken bis zur Gröfse eines Hühnereis, deren Kern aus Zinkblende, oder aus einem Gemenge von dieser, Arsenikkies und Bleiglanz besteht, um welchen Kern herum die Krystalle sich gruppirt haben, vorkommt. Der Arsenikkies ist in diesem Letten so dicht eingemengt, dafs er an manchen Stellen nur als Bindemittel erscheint. Er ist mit einer sauer reagirenden Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul, schwefelsaurem Zinkoxyd und arseniger Säure durchdrungen und enthält auch etwas schwefelsaures Bleioxyd und hier und da organische Materie. Der zersetzte Zustand des Nebengesteins nimmt, so weit bis jetzt ermittelt ist, an Stärke und Ausdehnung mit der Tiefe ab. Mit diesem zersetzten Zustande steht aber in geradem Verhältnisse die Menge und Ausbildung der Arsenikkieskrystalle. Während sie in den obern Teufen in der Gröfse und Schärfe der Form so angehäuft sind, wie kaum irgendwo, nehmen sie nach unten mehr oder weniger ab.

Plattner ist der wahrscheinlichen Ansicht, dafs in der zersetzten Masse eine neue, zweite Krystallbildung stattgefunden habe, indem die Gewässer, welche jene schwefelsauren Salze und arsenige Säure eingeführt, gleichzeitig unter Mitwirkung freier Schwefelsäure, die Zersetzung des Gneifses bewirkt haben. In Folge eines vorhergegangenen alten Abbaues mögen wohl die auf dem Gange zurückgebliebenen Schwefel- und Arsenikmetalle oxydirt, in wässeriger Lösung in das Nebengestein geführt und durch gleichzeitig mit eingedrungene organische Materie wieder reducirt worden sein. Dafs letztere von altem verfaulten Grubenholze herrührte, geht daraus hervor, dafs diese Umbildung in der Nähe eines alten, bis auf den Stollen niedergehenden Schachtes, der jeden Falls gezimmert war, am stärksten erfolgt zu sein scheint. Der Arsenikkies wird sogar über diesem Stollen im Alten Manne selbst gewonnen, wobei man ein altes Gerinne antraf, dessen erweichtes Holz beim Auslaugen mit heifsem Wasser

dieselben Metalloxyde und Säuren, wie die Thonmasse gab. Dafs die Alten jenen Schacht nicht etwa an dieser Stelle angelegt hatten, weil hier die Arsenikkiese häufig vorkommen, ist, da sie von denselben keinen Gebrauch machen konnten, selbstredend.

Wie viel Zeit zur Zerstörung und Umbildung des Arsenikkieses erforderlich war, darüber lassen sich nur Vermuthungen anstellen. Der Bergbau in dieser Grube mag wohl bis 1530, ja vielleicht bis zum 13 Jahrhundert hinaufreichen. Wurden die Oxydationsproducte des Eisenkieses (saures schwefelsaures Eisenoxydul) und des Arsenikkieses (schwefelsaures Eisenoxydul und arsenige Säure) durch die Gewässer an Stellen, z. B. in die Nähe des Stollens, geführt, wo die atmosphärische Luft Zutritt hatte: so entstand durch höhere Oxydation eine Verbindung von schwefelsaurem und arseniksaurem Eisenoxydhydrat, welche sich als unlöslicher Sinter abschied.

Da sich im zersetzten Nebengesteine neben Arsenikkies kein Eisenkies vorfindet: so ist nicht einzusehen, warum sich nicht auch dieser regenerirt hat, sofern er im Gange oxydirt worden ist. Sollte das vom zersetzten Eisenkies herrührende saure schwefelsaure Eisenoxydul durch die Alkalien und durch die Thonerde des Feldspath im Gneifse zersetzt worden sein: so hätte sich Eisenoxyduloxyd abscheiden müssen. Die weifse Farbe der lettenartigen Masse läfst aber nicht auf dessen Gegenwart schliefsen. Da ferner weder Kupferkies noch schwefelsaures Kupferoxyd im Letten vorkommen: so ist eben so wenig einzusehen, wohin die Zersetzungsproducte dieses Kieses gekommen sind, sofern er im Gange wirklich oxydirt worden ist. Dagegen ist die Reduction der Blende und des Bleiglanzes im Letten wohl nicht zweifelhaft, da beide Schwefelmetalle den Kern der oben angeführten Arsenikkiese bilden. Dafs die Blende noch nach der Bildung des Arsenikkieses reducirt wurde, zeigen die kleinen, rein ausgebildeten Krystalle von brauner Zinkblende, welche, nach Breithaupt, zuweilen auf den Arsenikkieskrystallen sitzen.

Kobaltglanz, auf Lagern im Gneifs und Glimmerschiefer und auf Erzgängen im Thonschiefer, besteht nach Stromeyer, Schnabel, Huberdt, Patera und Etting-

haus aus (I); zwei Varietäten von *Siegen* nach Schnabel und Heidingsfeld aus (II).

	I			II		
Schwefel .	19,1	—	20,8	19,08	—	20
Arsenik . .	43	—	44,8	42,53	—	43,14
Kobalt . .	29,8	—	33,1	8,67	—	9,62
Eisen . . .	3,2	—	6,4	20,99	—	28,03
Antimon . .	—		—	1,04	—	2,84
Kupfer . .	—		—	—		2,36

Zersetzungsproducte des Kobaltglanzes sind nicht bekannt. Kersten fand auf den Glanzkobalten von *Tunaberg*, *Skutterat*, *Ryddarhyttan* und *Müsen* keine Kobaltblüthe.

Nickelglanz (Arseniknickelglanz) mit Nickelocher, Kobaltblüthe und anderen Kobalterzen. Schliefst man aus seiner grofsen Zahl von Analysen die fehlerhaften aus: so ergeben sich folgende Maxima und Minima.

Schwefel .	18,83	—	20,16
Arsenik .	44,01	—	48,02
Nickel . .	29,94	—	33,04
Eisen . .	4,11	—	6,00

(Berzelius, Rammelsberg, Schnabel, Heidingsfeld).

In der Zersetzbarkeit scheint der Nickelglanz auf Weifs- und Roth-Arseniknickelglanz zu folgen (Kersten). Da sich Nickelglanz meist in Begleitung mit Nickelocher findet: so ist letzterer in diesem Vorkommen gewifs ein Zersetzungsproduct des ersteren.

Antimonnickelglanz, auf Eisenstein- und Bleierzgängen, auch mit Nickelocher. Die Zusammensetzung aus 2 At. Schwefel, 2 At. Antimon und 2 At. Nickel giebt den Antimongehalt um 4 Proc. zu hoch an (H. Rose). Der von *Harzgerode* weicht noch mehr davon ab (Rammelsberg). Geringe Mengen Arsenik vertreten manchmal einen Theil Antimon. Die Begleitung von Nickelocher macht es wahrscheinlich, dafs dieser ein Zersetzungsproduct des Antimonnickelglanzes ist.

Antimonkupferglanz, auf Eisenspath-Lagern mit Eisenkies, Bleiglanz u. s. w. in *Kärnthen*, besteht aus Schwefel, Antimon, Arsenik, Blei, Kupfer und Eisen (Schrötter).

Fahlerz, auf Gängen und Lagern in verschiedenen Gebirgsarten, begleitet von Kupferkies, Eisenkies, Bleiglanz, Blende, Eisenspath u. s. w. Wir besitzen nicht weniger als 36 Analysen von Fahlerzen (Klaproth *), H. Rose, Bromeis, Scheidthauer, Kersten, Sander, Amelung, Rammelsberg, Löwe, Ebelmen, Weidenbusch, Kerl, v. Hauer) **), aus denen sich folgendes allgemeine Resultat ergiebt. Die Zahlen unter I zeigen, wie oft die benannten Bestandtheile in diesen Erzen gefunden wurden, und die unter II geben die Maxima und Minima dieser Bestandtheile an.

	I	II	
		Max.	Min.
Schwefel . .	36	27,25	19,38
Antimon . . .	34	34,09	12,46
Arsenik . . .	13	10,19	0
Kupfer . . .	36	48,0	14,8
Eisen	36	9,46	0,86
Zink	21	7,29	0
Silber . . .	30	31,29	0
Quecksilber .	10	16,69	0
Blei	4	1,75	0

Unter den elektronegativen Bestandtheilen sind es daher Schwefel und Antimon, und unter den elektropositiven Kupfer und Eisen, welche nie fehlen. Da das Blei nur in 4 Analysen angegeben ist: so ist es für einen zufälligen, von

*) Obgleich Klaproth's Analysen zuerst die Zusammensetzung der Fahlerze kennen gelehrt haben: so sind doch seine quantitativen Bestimmungen nicht genau; denn die damaligen bekannten Methoden konnten nicht zu scharfen Resultaten führen. Dafs er in zwei Fahlerzen von *Freiberg* kein Antimon gefunden hat, während alle übrigen es nachgewiesen haben, scheint gleichfalls eine Folge der fehlerhaften Methoden zu sein. Daher wurden, ohne die grofsen Verdienste Klaproth's im mindesten zu verkennen, seine Analysen in der obigen Zusammenstellung unberücksicht gelassen.

**) Die Analysen von Berthier und Jordan sind offenbar fehlerhaft und daher gleichfalls unberücksicht geblieben.

fein eingesprengtem Bleiglanz herrührenden Bestandtheil zu halten *). Da das Zink in 15 Analysen fehlt, und seine Menge überhaupt nur auf 7,3 steigt, so wäre es möglich, dafs es blofs von fein eingesprengter Blende herrührte. Da das Silber in 30 Analysen und in 2 Spuren davon angegeben ist: so sind nur 4 Fahlerze silberfrei; leicht können aber auch in diesen noch Spuren vorhanden gewesen sein. Man möchte daher das Silber für einen wesentlichen Bestandtheil halten.

Diesen Bemerkungen gemäfs würden Schwefel, Antimon, Kupfer, Eisen und Silber die nie fehlenden Bestandtheile der Fahlerze sein; zu diesen kommen aber in manchen noch Arsenik, Zink und Quecksilber. Man hat versucht, die elektronegativen Bestandtheile mit den elektropositiven Metallen zu combiniren, und danach Formeln zu entwickeln; bis jetzt fehlt aber die richtige Combination.

Da Fahlerze in Malachit, Kupferlasur, Kupferkies und Kupferpecherz zersetzt werden (S. 1914 und unten): so werden hierbei Schwefel, Antimon und Arsenik, wenn dieses vorhanden, so wie die übrigen elektropositiven Metalle fortgeführt; nur bei der Zersetzung in Kupferpecherz bleibt das Eisen zurück. Ist es nicht zweifelhaft, dafs die Zersetzung durch Oxydation erfolgt: so finden die Schwefelsäure, die Antimon- und die Arseniksäuren nur sehr geringe Mengen elektropositiver Metalloxyde zu ihrer Sättigung. Der bei weitem gröfste Theil jener Säuren wird daher im freien Zustande von den Gewässern fortgeführt, was von den Antimon- und Arseniksäuren leicht begreiflich ist, da deren Löslichkeit im Wasser chemisch nachgewiesen ist. Da Antimonglanz in Antimonoxyd und in antimonsaures Antimonoxyd umgewandelt wird (S. 1935): so können solche Umwandlungen auch bei der Zersetzung des Fahlerzes durch Oxydation gedacht werden. Antimonblüthe findet sich zu *Wolfach*, und Antimonocher zu *Magurka* in *Ungarn* in Begleitung mit Fahlerz; ob dieses an diesen Stellen in zersetztem Zustande vorkommt, ist uns nicht bekannt. Antimonblüthe und Antimonocher (auch Antimon-

*) Nach Gueymard und Ebelmen enthält das Fahlerz von *Chapeau* und *Champoléon* Spuren von Platin.

blende) kommen aber in Höhlungen von Brauneisenstein zu *Horhausen* und überhaupt zum Theil unter Verhältnissen vor, welche einen Absatz aus Gewässern gar nicht bezweifeln lassen.

Tennantit (Graukupfererz), auf Kupfererzgängen mit verschiedenen Kupfererzen, ist ein Arsenik-Fahlerz, manchmal mit Spuren von Silber oder Blei (Phillips, Hemming, Kudernatsch, Fearnley); in der Kupferblende von *Freiberg* ist ein Theil des Kupfers durch Zink vertreten (Breithaupt, Plattner).

Polybasit, mit Rothgültigerz, Silberglanz und gediegenem Silber, auch mit gediegenem Kupfer, ist Schwefel-Antimon-Arsenik-Silber-Kupfer in schwankenden Verhältnissen (Silber 64,29—72,43), mit ein wenig Eisen und auch Zink (H. Rose, Joy).

Zinnkies, auf Gängen mit Kupferkies zu *St. Agnes* u. a. O. in *Cornwall*, ist Schwefel-, Zinn-, Kupfer-, Zink-, Eisen-Blei *) (Klaproth, Kudernatsch, Johnston, Rammelsberg). Vielleicht ist er eine Doppelverbindung aus Zinnsesquisulfuret und Kupferkies, der Blende beigemengt ist (Kenngott); die Verhältnisse schwanken indeſs etwas. Von dessen Bildung s. Zinnstein.

Eisennickelkies, mit Kupfer und Magnetkies auf einem Gange im Hornblendegestein, ist Schwefel-, Eisen-, Kupfer-Nickel (Scheerer).

D. Selenmetalle.

Selenkupfer (Smaland und Lerbach am *Harz*). Die Zusammensetzung nähert sich dem $\frac{1}{2}$ Selenkupfer (Berzelius) **).

Selenblei, auf Gängen bei *Clausthal*, *Zorge*, *Tilkerode*, hier mit Eisenstein, am *Harz*. Es ist bis jetzt nie in Begleitung mit Bleiglanz gefunden worden. Es ist $\frac{1}{1}$ Selenblei, manchmal etwas Kobalt enthaltend (H. Rose, Stromeyer).

Selensilber ist rein noch nicht, sondern bloſs in Verbindung mit Selenblei gefunden worden. Zu *Tasco* in *Mexico* soll $\frac{2}{1}$ Selensilber vorkommen (Del Rio). Das reine

*) Blei ist indeſs nicht in allen Zinnkiesen enthalten.

**) Hier und in den folgenden Verbindungen der Metalle und Metalloxyde mit elektronegativen Substanzen bezeichnet, wie beim

Selensilber besteht wahrscheinlich aus gleichen Atomen Selen und Silber (G. Rose).

Selensilberblei, zu *Tilkerode*, besteht aus 93,21 Selensilber und 6,79 Selenblei (G. Rose), aus 15,94 Selensilber und 83,22 Selenblei (Rammelsberg). Beide Selenmetalle kommen daher in unbestimmten Verhältnissen mit einander gemischt vor. Breithaupt's Selenmolybdänglanz besteht aus Selensilber und Selenmolybdän mit etwas Gold (Plattner).

Selensilberkupfer (Eukairit), mit Selenkupfer begleitet, besteht aus Selensilber und Selenkupfer, annähernd aus gleichen Atomen (Berzelius).

Selenbleikupfer (Tilkerode, Zorge, Hildburghausen), besteht vorherrschend aus Selenblei mit weniger Selenkupfer und mit geringen Mengen Silber und Eisen, nach unbestimmten Verhältnissen.

Selenquecksilber, im Gemenge mit Quarz bei *Clausthal*, besteht aus 5 At. Selen und 6 At. Quecksilber (Kerl). Das von Rammelsberg analysirte enthält keinen Schwefel, zuweilen aber etwas Kies eingesprengt.

Selenquecksilberblei, zu *Tilkerode* mit Selenblei gemengt, besteht aus ungleichen Verhältnissen von Selenquecksilber und Selenblei (H. Rose).

Selen-Schwefelquecksilber, mit gediegenem Quecksilber und Schwefel von *San Onofre* in *Mexico*, besteht aus 1 At. Selenquecksilber mit 4 At. Schwefelquecksilber (H. Rose).

Zu *Culebras* in *Mexico* kommt ein Mineral, bestehend aus Selenzink und Schwefelquecksilber und ein anderes, bestehend aus gediegenem Selen, gemengt mit Selen-Schwefelquecksilber, Selenkadmium und Eisen vor (Del Rio).

Selenkobaltblei, bei *Clausthal*, scheint aus 6 At. Selenblei und 1 At. Selenkobalt zu bestehen (H. Rose).

Das Selen findet sich, mit Ausnahme des noch zweifelhaften Vorkommens nach Del Rio, nicht gediegen. Der Salmiak von *Vulcano* enthält aber Schwefelselen. Geringe Mengen Selen kommen im Eisenkies von verschiedenen Fundorten, in einigen Kupferkiesen, in einem Kupferpecherz, Uran-

Schwefel, der Zähler die Atomenzahl des elektronegativen Bestandtheils und der Nenner die des Metalls.

pecherz, Bleiglanz und in Tellurerzen vor. Das Selen ist daher, wenn auch in ausserordentlich geringen Mengen, ein häufiger Begleiter des Schwefels, obgleich die Analysen der Selen-Verbindungen, blofs mit Ausnahme des Selen-Schwefelquecksilbers, zu einer solchen Annahme nicht berechtigen. So wie aber in jenen Schwefelmetallen Minima von Selen: so können auch umgekehrt, Minima von Schwefel in den Selen-Verbindungen gefunden werden, wenn man die Aufmerksamkeit darauf richtet. Es ist freilich viel leichter, Selen in Absätzen der Bleikammern der Schwefelsäure-Fabriken, welche Schwefel verarbeiten, der aus grofsen Massen Eisenkies dargestellt worden, nachzuweisen, als umgekehrt in den geringen Mengen der dem Chemiker zu Gebote stehenden Selenmetalle noch eben so geringe Spuren von Schwefel.

So wie die drei Salzbilder Chlor, Brom und Jod, wenn auch nicht immer nachweisbar, doch mit grofser Wahrscheinlichkeit stets gegenseitige Begleiter sind: so mögen es auch die sich so sehr ähnlichen Metalloide Schwefel und Selen sein (s. Tellurwismuth), und wie Chlor im Verhältnifse zum Brom und Jod, so kommt auch Schwefel im Verhältnisse zum Selen in überwiegender Menge vor. Ebenso merkwürdig es ist, dafs die geringen Mengen Brom und Jod, welche neben grofsen Mengen Chlor in Gewässern vorkommen, reine Brom- und Jodmetalle ohne nachweisbaren Chlorgehalt gebildet haben (s. Jodsilber), ist es auch, dafs bei weitem die meisten Selenmetalle ebenso rein, d. h. ohne bis jetzt nachgewiesenen Schwefelgehalt erscheinen.

E. Antimon- und Arsenikmetalle.

Antimonnickel, blofs auf Gängen zu *Andreasberg* am *Harz* begleitet von Speifskobalt und Bleiglanz, ist $\frac{1}{2}$ Antimonnickel mit einer geringen Menge Eisen (Stromeyer).

Antimonsilber, auf Gängen im älteren Gebirge. Es scheint zwei verschiedene Verbindungen zu geben: ein $\frac{1}{4}$ und ein $\frac{1}{6}$ Antimonsilber.

Arsenikantimon, auf Erzgängen im Gneifs mit gediegenem Antimon, Antimonglanz, Antimonocher, Antimonblüthe und Speifskobalt, besteht aus 3 At. Arsenik und 1 At. Anti-

mon (Rammelsberg). Wie diese Verbindung entstanden sein mag, ist schwer einzusehen.

Arsenikeisen, auf Eisenspathgängen, im Serpentin u. s. w. ist $\frac{1}{1}$ Arsenikeisen. Das Eisen ist zum Theil durch Kobalt und Nickel vertreten, und manchmal ist Arsenikkies beigemengt (E. Hoffmann, Scheerer). Es scheint aber auch ein $\frac{3}{4}$ Arsenikeisen vorzukommen (Weidenbusch).

Arsenikmangan, aus *Sachsen*, scheint, wenn es nicht ein Gemeng ist, $\frac{1}{2}$ Arsenikmangan zu sein (Kane).

Condurrit, aus der Grube *Condurra* in *Cornwall*, besteht aus Kupferoxyd, arseniger Säure, Schwefel, Arsenik und Wasser (Faraday). Wasser entzieht ihm arsenige Säure, und er ist, nach Rammelsberg und v. Kobell, ein Gemeng von arsenigsaurem Kupferoxydul, Kupferglanz und Arsenikkupfer. Nach Blyth zieht Wasser aus ihm 12,5 — 13,7 arsenige Säure, und kochende Kalilauge Arseniksäure aus. Wirkt Salzsäure auf ihn ein: so bleibt ein Rückstand von Schwefel, Kupfer (Eisen) und metallischem Arsenik, nach längerem Einwirken aber blofs Arsenik.

Zieht man Eisen und Schwefel nebst einem Antheil Kupfer als Kupferkies von den, von Blyth erhaltenen Resultaten ab: so bleibt ein Arsenikkupfer, bestehend aus 71,15 Kupfer und 28,85 Arsenik übrig, und diefs stimmt mit der Zusammensetzung des Arsenikkupfers von *Calabazo* in der Provinz *Coquimbo* überein (Domeyko). Dieses Arsenikkupfer scheint auch bei der ersten Auffindung des Condurrit denselben begleitet, und durch seine theilweise Oxydation die Bildung des letzteren veranlafst zu haben.

Weifs-Arseniknickel findet sich mit anderen Nickel- und Kobalterzen. Er ist $\frac{1}{1}$ Arseniknickel (E. Hofmann, Booth, Rammelsberg, Shepard) wird aber zum Theil durch Eisen, Kobalt (Wismuth) vertreten. Die Nickelerze zersetzen sich überhaupt in feuchter Luft leichter und schneller als die Kobalterze, am leichtesten der Weifs-Arseniknickel. Dieser läuft sehr bald schwarz an, und werden Stücke davon zur Hälfte in Wasser gelegt: so entstehen auf den, aus dem Wasser hervorragenden Stellen schon nach einigen Monaten apfelgrüne Pünctchen. Nickelerze, welche eine Reihe von Jahren n einem feuchten Locale gelegen hatten, zeigten sich mit

Nickelocher überzogen, zum Theil gänzlich in ihn umgewandelt. Dieser Nickelocher, das gewöhnliche Zersetzungsproduct des Speifskobalt, enthält theils etwas Kobaltoxyd (bis 1,53), theils ist er frei davon. Manchmal findet sich darin etwas arsenige Säure (bis 0,52). Wo sie sich nicht findet, scheint sie durch die Grubenwasser ausgelaugt worden zu sein (Kersten). Dafür spricht auch, dafs kobalt- und nickelhaltige Silbererze, welche der Luft längere Zeit ausgesetzt gewesen waren, gleichfalls arsenige Säure enthielten (Plattner). Zur Umwandlung des Weifs-Arseniknickel in $\frac{1}{3}$ arseniksaures Nickeloxyd (Nickelocher) ist nur $\frac{1}{3} = 23{,}92$ Arsenik erforderlich; $\frac{2}{3} = 47{,}85$ Arsenik werden daher ausgeschieden und ohne Zweifel als arsenige Säure fortgeführt.

Roth-Arsenik-Nickel, auf Kobalt- und Silbererzgängen, ist, nach nahe übereinstimmenden Analysen, $\frac{1}{2}$ Arseniknickel mit geringen Mengen von Eisen, Blei, Antimon *), Kobalt, Kupfer und Schwefel (Stromeyer, Scheerer, Suckow, Ebelmen, Schnabel). Auch dieses Arseniknickel ist der Oxydation und Umwandlung in Nickelocher unterworfen, doch, wie es scheint, etwas schwieriger als das Weifs-Arseniknickel (Kersten); vielleicht wegen seines geringeren Arsenikgehaltes. Zu dieser Umwandlung sind nur $\frac{2}{3} = 37{,}32$ Arsenik erforderlich, $\frac{1}{3} = 18{,}66$ Arsenik werden daher ausgeschieden und als arsenige Säure fortgeführt.

Es ist auffallend, dafs sich bei der Oxydation der Arseniknickel-Erze stets ein basisches Salz bildet, obgleich, wie namentlich in diesem und dem vorhergehenden Falle, ein so grosser Ueberschufs von Arsenik vorhanden ist. Diefs hängt wohl damit zusammen, dafs selbst das künstlich durch doppelte Zersetzung niedergeschlagene Salz immer basisch ist. Sollte bei der Oxydation des Arseniknickel mehr Arseniksäure entstehen, als die Bildung von Nickelocher fordert: so würde, da dieser in Arseniksäure löslich ist, nichts anderes als die leichtere Fortführung desselben durch Gewässer be-

*) Berthier hält den Antimongehalt in dem von ihm analysirten Arsenicknickel von *Allemont* für wesentlich, besonders da ein demselben sehr ähnliches Mineral von *Balen* 27,8 Antimon neben 33 Arsenik enthält.

wirkt werden. Die Annahme ist aber wahrscheinlicher, daſs sich nur so viel Arsenik zu Arseniksäure oxydirt, als zur Bildung des basischen Nickelsalzes erforderlich ist, und daſs das überschüssige Arsenik bloſs zu arseniger Säure wird.

Speiſskobalt auf Gängen mit Silber-, Kupfer-, Nickel- und anderen Erzen. Nach früheren Analysen (Varrentrapp, Hofmann) schien er wesentlich bloſs Arsenikkobalt zu sein. Breithaupt zeigte aber, daſs ein groſser Theil der Speiſskobalte von *Schneeberg* eigentlich Arseniknickel sei, und G. Rose*) fand in allen krystallisirten Speiſskobalten der *Berliner* Sammlung Nickel, der daher in den früheren Analysen wahrscheinlich übersehen worden ist. Namentlich gilt dieſs vom krystallisirten Speiſskobalt von *Riechelsdorf*, der, nach Stromeyer, kein Nickel enthalten soll, es aber nach Sartorius (I), Bull (II), Klauer (III), Weber (IV) und Rammelsberg (V) unstreitig enthält. Die folgenden Analysen zeigen überdieſs, daſs bestimmte Mischungsverhältnisse gar nicht stattfinden.

	I	II	III	IV	V
Arsenik . .	73,53	76,09	68,73	59,38	60,42
Nickel . . .	14,06	12,25	12,15	19,38	25,87
Kobalt . .	9,17	4,56	16,37	18,30	10,80
Eisen . . .	2,24	6,82	2,30	0,72	0,80
Kupfer . .	—	—	0,45	—	—
Schwefel . .	0,94	—	—	2,22	2,11
	99,94	99,72	100,00	100,00	100,00

Speiſskobalt wandelt sich durch Oxydation sehr häufig in arseniksaures Kobaltoxyd um. So weit Kersten's**) Beobachtungen reichen, ist er die einzige Species der Kobalterze, welche diese Umwandlung erleidet. Blum***) fand auf einer Stufe von *Riechelsdorf* die Kobaltblüthe in Formen von Speiſskobalt. Die Kobalterze kommen dort in Gängen,

*) Mineralsystem S. 50.

**) Poggend. Annal. Bd. LX. S. 251.

***) Die Pseudomorphosen. S. 212.

begleitet von Arseniknickel und Nickelocher vor. Ein Theil der umgewandelten Krystalle zeigt die pfirsichblüthrothe Farbe der Kobaltblüthe, manchmal ist er auch bräunlichroth, während der andere Theil span- oder berggrün ist. Da nach Kersten die pfirsichblüthrothe Kobaltblüthe wasserhaltiges arseniksaures Kobaltoxydul, die grüne Abänderung dagegen wasserfreies ist, worin ein Theil Kobaltoxydul durch Eisenoxydul vertreten ist: so scheinen sich in jener Pseudomorphose beide Kobaltsalze durch Oxydation des Speiſskobalt gebildet zu haben. Wohin ist aber bei dieser Zersetzung das Nickel mit einer entsprechenden Menge Arseniksäure gekommen? — Sollte vielleicht der span- oder berggrüne Theil jener Pseudomorphose Nickelocher sein, dessen zeisiggrüne Farbe jener Farbe ähnlich ist? Es ist zu wünschen, daſs dieſs durch eine chemische Analyse entschieden werde. Auf der anderen Seite könnte man vermuthen, daſs der, die Kobalterze zu *Riechelsdorf* begleitende Nickelocher das zweite Zersetzungsproduct des Speiſskobalt wäre, obgleich der dort gleichfalls vorkommende Arseniknickel den Nickelocher geliefert haben könnte.

Kersten fand in allen untersuchten Kobaltblüthen aus dem *Sächsischen* Obergebirge entweder gar kein Nickel, oder doch nur Spuren; bei der Umwandlung des Speiſskobalt in Kobaltblüthe muſs daher Nickel und Arsenik fortgeführt werden. Auf obige so sehr schwankende Analysen lassen sich aber keine sicheren Rechnungen gründen. In IV, wo die Summe des Nickel- und Kobaltgehaltes am gröſsten ist, würden 18,3 Kobalt 23,88 Arseniksäure, und 19,38 Nickel 25,38, mithin im Ganzen 49,26 Arseniksäure fordern. Die 59,38 Arsenik würden aber 91,03 Arseniksäure geben; mithin fast noch einmal so viel als zur Sättigung des Kobalt- und Nickeloxyd erforderlich ist. Wenn sich nun in IV ein so groſser Ueberschuſs an Arseniksäure ergiebt: so würde er in anderen Speiſskobalten noch viel mehr betragen.

Der Kobaltbeschlag auf Speiſskobalt ist, nach Kersten, ein Gemeng aus viel arseniger Säure, arseniksaurem Kobaltoxydul und Wasser, wie es scheint, in demselben Verhältnisse, wie in der Kobaltblüthe. Er findet sich viel häufiger, als die Kobaltblüthe und scheint das erste Zersetzungspro-

duct des Speifskobalt, woraus sich oft erst später durch Auslaugung der arsenigen Säure Kobaltblüthe bilden mag, zu sein. Unter den Zersetzungsproducten (rosafarbene Pulver) der, längere Zeit an feuchten Orten aufbewahrten Speifskobalte fand Kersten niemals Kobaltblüthe, sondern einen grofsen Gehalt an arseniger Säure und wasserhaltiges arseniksaures Kobaltoxydul. Diese Untersuchungen scheinen nachzuweisen, wohin bei der Zersetzung der Speifskobalte das überschüssige Arsenik gekommen ist: es ist so viel von demselben durch Oxydation zu arseniger Säure geworden, dafs der Rest, zu Arseniksäure oxydirt, mit Kobalt- und Nickeloxydul basische arseniksaure Salze bilden konnte. Obgleich diefs durch weitere Untersuchungen zu constatiren ist, so dürfte man doch, da es den beobachteten Erscheinungen genügend entspricht, diesen Vorgang einstweilen als den richtigen bezeichnen. Es erklärt sich dann auch, wie aus einem nicht nach bestimmten Verhältnissen gemischten Mineral (Speifskobalt) eine Verbindung nach bestimmten Mischungsverhältnissen (arseniksaures Kobaltoxydul) entstehen kann, wobei freilich immer noch der Nachweis übrig bleibt, wohin das arseniksaure Nickeloxydul gekommen ist. Kersten's Bemerkung, dafs das arseniksaure Nickeloxydul schwierig krystallisirt und stets nur amorph vorkommt, indem die kleinen grünen Krystalle auf verwitterten Nickelerzen kein arseniksaures Nickeloxyd sind, läfst vermuthen, dafs dieses bei der Oxydation des Speifskobalt gebildete Nickelsalz von den Gewässern fortgeführt wurde, und erst an entfernten Orten zum Absatze kam, während das arseniksaure Kobaltoxyd krystallisirte, und, wie in der angeführten Pseudomorphose, die Form des Speifskobalt annahm.

Der Speifskobalt (IV) würde, wenn alle Bestandtheile, aufser dem wasserhaltigen arseniksauren Kobaltoxydul, fortgeführt würden, 67,89 des letzteren geben, und es würde sich eine Volumen-Zunahme von 47,13 ergeben. Bei V würde hingegen eine Volumen-Abnahme von 13,37 und eine noch bei weitem gröfsere bei I und II stattfinden. Es mag daher wohl Speifskobalte geben, welche bei ihrer Zersetzung in arseniksaures Kobaltoxydul ihr Volumen gar nicht verändern, besonders wenn hierbei wirklich wasserfreies arseniksaures

Kobaltoxydul gebildet werden sollte. Obige Pseudomorphose scheint von einem solchen Speiſskobalt herzurühren.

Tesseralkies (Breithaupt), auf den *Skutteruder* Gruben in *Norwegen*, ist ein Speiſskobalt, in welchem das Arsenik bis auf 78—79 Proc. steigt (Scheerer, Wöhler). Er enthält kein Nickel.

Wismuthkobalterz (Kersten) ist wahrscheinlich ein Gemeng aus Tesseralkies mit Wismuthglanz (Berzelius).

F. Tellurmetalle.

Tellursilber, auf Nestern im Talkschiefer in bedeutenden Mengen im *Altai*, in den *Kolywan*'schen Gruben in *Sibirien*, und mit anderen Tellurerzen zu *Nagyag* in *Siebenbürgen*, ist $\frac{1}{1}$ Tellursilber zum Theil mit Spuren von Eisen, Kupfer und Gold (G. Rose). Am zuletzt genannten Fundorte giebt es zwei Varietäten, wovon in der einen 0,69, in der anderen 18,26 Gold entsprechende Mengen des Silbers vertreten (Petz).

Tellurblei, in kleinen Parthien mit dem Tellursilber im *Altai*, scheint $\frac{1}{1}$ Tellurblei mit etwas Tellursilber gemengt zu sein (G. Rose).

Tellurwismuth oder *Tetradymit*, von *Deutsch-Pilsen* in *Ungarn* in einem zersetzten Porphyr, von *Schemnitz*, von *S. Jose* in *Brasilien*, von *White Hall* in *Virginien* im Glimmerschiefer und auf Quarz in Knöllchen mit gelbem Wismuthoxyd überzogen, und zwischen den Blättchen des Tetradymit Gold sitzend, von *Davidson-County* in *Nord-Carolina* auf einem Quarzgang mit gediegenem Golde, besteht wesentlich aus Tellur und Wismuth mit geringen Mengen Schwefel und Selen, die als Vertreter des Tellur gelten können. Tellur 15,68 —35,8, Wismuth 51,65 — 79,15, Schwefel 2,3 — 4,8, Selen Spuren bis 1,48 und 6,81 (?) manchmal Silber 2,07 und etwas Gold (Berzelius, Wehrle, Damour, Hruschauer *), Coleman Fisher **), C. F. Jackson ***), Genth †), Hausmann ††).

*) Bericht üb. die 21. Versamml. deutsch. Naturforscher S. 195.

**) Sillim. Amer. Journ. (2) T. VII. P. 282.

***) Ebend. T. X. P. 78.

†) Chem. pharm. Centralblatt 1852. S. 72.

††) Jahrb. f. Min. u. s. w. 1852. 698.

Bestimmte Mischungsverhältnisse scheinen daher nicht stattzufinden.

Schrifterz, *Weifstellur*, mit gediegenem Golde und anderen Tellurerzen auf schmalen Gängen im Porphyr zu *Offenbanya* und selten zu *Nagyag* in *Siebenbürgen*, sind wesentlich Verbindungen von $\frac{3}{1}$ Tellurgoldsilber, worin Gold und Silber einander vertreten, mit geringen Mengen Kupfer, Eisen, Blei, Antimon, Schwefel, Arsenik (Klaproth, Berzelius, Petz).

Blättererz (Tellurglanz) auf Gängen zu *Nagyag* und *Offenbanya* in *Siebenbürgen*, besteht wesentlich aus Blei (54—63,1), Tellur (13—32,2), Gold (6,48—9), Schwefel (3—11,7) mit geringen Mengen Kupfer, geringen Spuren Silber oder nicht, nach Berthier auch Antimon (4,5) (Klaproth, Brandes). Die so sehr schwankenden Verhältnisse zeigen, dafs es eine gemengte Substanz ist, deren wesentliche Bestandtheile Tellurblei und Tellurgold zu sein scheinen.

Aeltere Metallsaure Salze.

G. Titansaure Salze.

Titaneisen, dessen Vorkommen s. Bd. II. S. 591, ist titansaures Eisenoxydul, meist mit geringen Mengen Kieselsäure, Kalk, Magnesia und Chromoxyd, in einer Varietät auch Zinnoxyd (3,6) und in einer anderen Yttererde und Ceroxyd. Da die Verhältnisse der Titansäure, des Eisenoxydul und Eisenoxyd in den verschiedenen Titaneisen-Arten (Iserin, Ilmenit [Crichtonit], Kibdelophan, Basanomelan, Menakanit, Nigrin) so sehr schwanken, und die relativen Mengen beider Basen nicht in allen Analysen genau ermittelt, und überhaupt schwierig zu ermitteln sind: so erscheint es als ein vergebliches Bemühen, Formeln construiren zu wollen, wie diefs auch die Abweichungen zwischen den bereits construirten zeigen (Mosander, H. Rose, v. Kobell, Plantamour, Marignac, Rammelsberg, Schmid, Kendall, Hunt, Smith). Wenn die Eisenoxydul-Titanate das Schicksal aller Eisenoxydulsalze theilen, dafs durch allmälige Oxydation des Eisenoxydul, theils Eisenoxydhydrat (aus Eisenoxydulcarbonat), theils basische Eisenoxydsalze (aus schwefelsaurem Eisenoxydul) entstehen: so haben

diese Titanate im Laufe der Zeit mannichfaltige Veränderungen erlitten. Bildeten sich basische Eisenoxydtitanate: so wurde Titansäure ausgeschieden, und diesem entspricht die Gegenwart von mechanisch beigemengter Titansäure in der Form von Rutil (H. Rose, v. Kobell). Wirkte bei dieser Umänderung gleichzeitig die grofse Neigung des Eisenoxyd mit Eisenoxydul Magneteisen zu bilden mit: so schied sich dieses neben den anderen Oxydationsproducten, Eisenoxyd- oder Eisenoxyduloxyd-Titanat, aus, wofür der Magnetismus mancher Titaneisen-Arten, und der Umstand spricht, dafs einzelne Krystalle beim Zerkleinern magnetische und nichtmagnetische Theilchen liefern (Scheerer). Diesem gemäfs mögen die Titaneisen-Arten zur Zeit ihrer Bildung reine Eisenoxydultitanate in verschiedenen Sättigungsstufen gewesen sein, und sich erst im Laufe der Zeit in Eisenoxyduloxyd-Titanate mit oder ohne Magneteisen umgeändert haben, oder sie mögen auch sogleich als Doppelverbindungen von Eisenoxydul- und Eisenoxyd-Titanaten entstanden sein, und sich durch weitere Oxydation gleichfalls verändert haben. Mosander kam schon zu der, auf die Analysen gegründeten Ansicht, dafs die Titaneisen-Arten Verbindungen aus $\frac{1}{1}$ titansaurem Eisenoxydul und veränderlichen Quantitäten von Eiesenoxyd mit geringen Beimischungen der Titanate von Manganoxydul, Kalk und Magnesia seien. Diese Ansicht findet ihre völlige Begründung, wenn man die oben angeführten höchst wahrscheinlichen Veränderungen berücksichtigt, welche alle Eisenverbindungen, wie namentlich die Eisenoxydulsilicate, im Laufe der Zeit durch höhere Oxydation erleiden. Die Titaneisen-Arten erscheinen demnach als Pseudomorphosen ursprünglicher Titanate von Eisenoxydul oder von Eisenoxyduloxyd, und es wird dann begreiflich, wie sie, ungeachtet der nach und nach eingetretenen Veränderungen, doch ihre ursprüngliche Krystallform beibehalten haben konnten. Da sie indefs, wenn sie viel Titansäure halten, in den geraden Quadratsäulen des Rutil krystallisirt vorkommen: so kann sich in diesem Falle die ursprüngliche Form auch verändert haben *).

*) Erinnert man sich der zahlreichen Beispiele, dafs sich in Krystallen, ohne Beeinträchtigung der Form, ja sogar ohne wesent-

Titanit (*Sphen*) und *Greenovit*, theils eingewachsen, theils auf Drusenräumen im Gneiſs, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Granit, Syenit, Diorit, Trachyt, Phonolith, Basalt, im glasigen Feldspathgesteine vom *Laacher-See*, im körnigen Kalke und auf Erzlagerstätten, besteht, nach den nahe übereinstimmenden Analysen (Fuchs, H. Rose, Rosales, Brooks, Delesse) aus 3 At. Titansäure, 2 At. Kieselsäure und 3 At. Kalk, und ist daher als ein Doppelsalz aus titansaurem und kieselsaurem Kalke zu betrachten *).

Schorlamit, mit Arkanit und Ozarkit bei *Magnet Cove, Hot Springs County* in *Arkansas*, ist, nach nahe übereinstimmenden Analysen (Crossley und Rammelsberg), eine Verbindung aus titansaurem Kalk und kieselsaurem Eisenoxyd-Kalk.

Rutherfordit, aus den Goldgruben von *Rutherford County* in *Nord-Carolina*, besteht nach einer unvollkommenen Analyse aus 58,5 Titansäure und 10 Kalk (Hunt **)).

Yttrotitanit, aus einem Feldspathbruche auf *Buön* bei

liche Beeinträchtigung der anderen mineralogischen Kennzeichen, der chemische Gehalt bedeutend verändert haben kann: so dürfte gegen obige Ansicht nur wenig einzuwenden sein. Wie sogar an verschiedenen Stellen desselben Krystalls ungleiche Veränderungen eingetreten sein können, zeigt der Bd. II. S. 516. angeführte Sahlitkrystall. Bei Vergleichung mit anderen Sahlitkrystallen ergaben sich aber in diesem Falle bedeutende Verschiedenheiten in der Härte, Schmelzbarkeit, Farbe und im Glanze.

*) In diesem ist Titansäure in bei weitem überwiegender Menge gegen die anderen Metallsäuren vorhanden.

Merkwürdig ist, daſs der Titanit so wenig zur Zersetzung geneigt ist, während sich sonst die Kalksilicat haltenden Mineralien durch ihre leichte Zersetzbarkeit auszeichnen. Es ist indeſs zu bemerken, daſs der durch das Atomen-Verhältniſs vorausgesetzte Kalkgehalt in keiner der fünf Analysen erreicht wird, sondern 1,76—6,12 unter denselben bleibt. Sollte dieſs und die Schwankungen dieser Erde überhaupt vielleicht von einer stattgefundenen theilweisen Ausscheidung derselben, oder davon herrühren, daſs ein Theil der Kalkerde durch Eisenoxydul vertreten ist? — Der Schorlamit spricht für eine solche Vertretung.

**) Silim. Americ. Journ. (2) T. XIV. P. 344.

Arendal, scheint eine Verbindung aus titansaurer Yttererde mit einem zusammengesetzten Silicat aus Thonerde, Eisenoxyd, Kalk u. s. w. zu sein (A. Erdmann).

Oerstedtit, auf Augit von *Arendal*, besteht zu ⅔ aus Titansäure und Zirkonerde und zu ⅓ aus wasserhaltigem Kalk-, Magnesia- und Eisenoxydulsilicat (Forchhammer) und enthält Spuren von Zinn (Berzelius).

Polymignit, im Zirkonsyenit von *Fredrikswärn* in *Norwegen*, besteht aus Titansäure, Zirkonerde, Eisenoxyd, Kalkerde, Manganoxyd, Ceroxyd und Yttererde, mit Spuren von Kali, Magnesia, Kieselsäure und Zinnoxyd, (Berzelius). Er hält selbst die Analyse für unvollkommen.

Aeschynit im Granit von *Miask*, ist zuerst von Hartwall, nachher von Hermann undzwar dreimal untersucht worden. Letzere Analysen stimmen aber weder unter sich, noch mit der von Hartwall. Sollte die letzte Analyse von Hermann die richtige sein: so würde der Aeschynit aus 2 Säuren (Titan- und Niobsäure) und aus 4 Basen (Cer-, Lanthanoxyd, Eisenoxydul und Yttererde) bestehen.

Euxenit, von *Tvedestrand* in *Norwegen*, ist eine wasserhaltige Verbindung von Yttererde, Uran-, Cer- und Eisenoxydul mit Titansäure und Tantalsäuren (Scheerer).

Die Titansäure findet sich in geringen Mengen mit Kieselsäure und anderen Metallsäuren in mehreren Mineralien. An welche Base sie darin gebunden ist, läſst sich nicht entscheiden. Einige Chrysoberylle enthalten davon 1—2,67 (Bergemann und Seybert), der Tachylith im Basalt des *Vogelsgebirges* enthält 1,4 (C. Gmelin), der Tschewkinit 1,65. Auch in Gebirgsarten, wie im Basalt, Serpentin, in Laven von *Island* (bis 3,73 Dufrenoy) im Thonschiefer u. s. w. findet man nicht selten geringe Mengen Titansäure. Häufig mag sie von eingesprengtem Titaneisen herrühren.

H. Tantalsaure, niobsaure und pelopsaure Salze.

Tantalsaure Salze ohne Niob- und Pelopsäure finden sich im Tantalit aus *Finnland* und *Schweden*, so wie im Yttrotantalit von *Ytterby* in *Schweden*. Columbit (Niobit) von *Bodenmais* in *Baiern* und von *Massachusets*, und Samarskit aus dem

Ilmengebirge enthalten dagegen Niobsäure und Pelopsäure ohne Tantalsäure. Ob die geringen Mengen Tantalsäure in Mineralien, welche vor H. Rose's Entdeckung der Niobsäure 1844 *) und der Pelopsäure 1846 **), analysirt wurden, wirklich Tantalsäure oder die beiden letzteren enthalten, kann nur durch wiederholte Analysen aufgeklärt werden.

Tantalit, im Granit und in Gängen von Albit-Granit in *Finnland* und *Schweden*, besteht nach drei Analysen (H. Rose) aus 77,83—84,7 Tantalsäure, 8,47—14,68 Eisenoxydul, 0,90—4,89 Manganoxydul, 0,04—1,81 Kupferoxyd, 0,32—6,81 Zinnoxyd und 0,07—0,5 Kalk; diese Analysen stimmen mit den früheren von Berzelius sehr nahe überein. Mit zunehmendem Zinnoxyd sinkt die Tantalsäure, so dafs man vermuthen möchte, jenes spiele in diesen Verbindungen die Rolle einer Säure. Nach Berzelius kommen indefs die Tantalite nur gemengt mit Zinnstein vor, und letzterer steigt im Tantalit von *Finbo* bis zu 17 und 84 Proc., und auf der anderen Seite giebt es daselbst Zinnsteine, welche stark tantalhaltig sind. Ehe diese Verhältnisse aufgeklärt werden, müssen wir dabei stehen bleiben, tantalsaures Eisen- und Manganoxydul für die wesentlichen Bestandtheile der *finnländischen* und *schwedischen* Tantalite zu halten.

Columbit, im Granit von *Bodenmais* in *Baiern* und von *Middletown* in *Connecticut*, besteht aus 78,83—81,34 Tantalsäuren ***), 13,89—16,66 Eisenoxydul, 3,77—4,77 Manganoxydul, 0,06—1,5 Kupferoxyd, 0,12—0,47 Zinnoxyd, meist mit Spuren von Kalk (H. Rose nach 7 Analysen). Columbit von *Haddam* fällt zwischen diese Minima und Maxima (T. S. Hunt) †), der vom *Ilmengebirge* nähert sich denselben, enthält aber 3,01 Magnesia und 0,56 Uranoxydul (Bromeis und Hermann), die Tantalite von *Limoges* (Damour) und aus dem Pegmatit bei *Tirschenreuth* in *Baiern* (H. Müller) ††) wei-

*) Poggend. Ann. Bd. LXIII. S. 335.

**) Ebend. Bd. LXIX. S. 119.

***) Darunter sind Tantalsäure, Niobsäure und Pelopsäure überhaupt begriffen.

†) Sillim. Americ. Journ. (2) T. XIV. P. 340.

††) Correspondenzblatt des zoologisch-mineralog. Vereins in Regensburg 1852. S. 73.

chen aber mehr oder weniger davon ab. Sollte die mehr constante Zusammensetzung der Columbite im Vergleich mit den Tantaliten davon herrühren, dafs jene nur sehr geringe Quantitäten Zinnoxyd enthalten? — Letzteres fehlt ganz im Columbit vom *Ilmengebirge* und von *Limoges*.

Yttrotantalit, auf Feldspath Lagern im Gneifs zu *Finbo*, *Ytterby* und *Kararfvet* in *Schweden*. Der dunkelbraunschwarze ist $\frac{1}{3}$ tantalsaure *) Kalk- und Yttererde, gemengt mit etwas wolframsaurem Eisenoxydul, der schwarze hat dieselbe Zusammensetzung, ist aber mit einer beträchtlicheren Menge $\frac{1}{3}$ wolframsaurem Eisenoxydul gemengt, der gelbe ist $\frac{1}{3}$ tantalsaure Yttererde und Uranoxyd (Berzelius) mit 1,4 Magnesia und 0,4 Kupferoxyd (H. Rose). Der Yttrotantalit vom *Ilmengebirge* bei *Miask* ist ein Ytter- und Kalkerde und Eisen-, Mangan- und Uranoxydul-Tantalat, mit geringen Mengen von Zirkonerde, Cer- und Lanthanoxyd, Titan- und Wolframsäure (Hermann).

Samarskit (Uranotantal), mit Aeschynit im Feldspath eingewachsen von *Miask* im *Ilmengebirge*, besteht aus 55,91—56,38 Tantalsäuren, 8,36—11,04 Yttererde, 0,92—1,88 Kalk und Manganoxydul, 15,43—15,94 Eisenoxydul, 14,16—16,77 Uranoxyd und 0,75—0,8 Magnesia, nebst Spuren von Kupferoxyd (H. Rose und Perez). Er enthält daher nahe dieselben Basen, wie der Yttrotantalit vom *Ilmengebirge*. Mit dem Samarskit ist der Yttroilmenit identisch (H. Rose gegen Hermann). Letzterer fand in beiden dieselben Basen, wie oben, will aber ausserdem eine neue Säure (Ilmensäure) darin entdeckt haben; da aber seine späteren Analysen die früheren berichtigen: so mufs man erst die Bestätigung seiner letzteren abwarten.

Pyrochlor, im Granit von *Miask* und im Zirkon-Syenit zu *Fredrikswärn*, *Laurvig* und *Brevig* in *Norwegen*, enthält in seinen verschiedenen Fundorten Kalkerde, Yttererde, Thorerde, Eisenoxydul, Manganoxydul, Ceroxyd, Lanthanoxyd, Uranoxyd, Natrium, Fluor und Tantalsäuren, nebst Spuren von Titansäure, Zinnoxyd und Magnesia und Wasser (Wöhler, Hermann). Diese Bestandtheile weichen quantitativ sehr von

*) Die Tantalsäure des finnländischen Tantalit.

einander ab. Die von Wöhler aus dem Pyrochlor von *Miask* abgeschiedene Säure ist vorzugsweise Niobsäure mit etwas Pelop-, Wolfram- und Titansäure (H. Rose). Unter den zusammengesetzten tantalsauren Salzen ist der Pyrochlor das einzige, welches bis 7,4 Wasser enthält. Der von *Massachusets* (Mikrolith) ist wesentlich tantalsaurer Kalk (Teschemacher).

Fergusonit, im Quarz und Feldspath eingewachsen von *Kikertaursack* unweit *Kap Farewell* in *Grönland*, besteht aus Tantalsäuren, Yttererde, Ceroxydul (Lanthanoxyd?), Zirkonerde, Zinn-, Uran- und Eisenoxyd (Hartwall). Wesentlich ist er tantalsaurer Kalk.

Wöhlerit, im Zirkon-Syenit von einigen Inseln bei *Brevig*, besteht aus Pelopsäure, Kieselsäure, Zirkon-, Kalk- und Talkerde, Eisen- und Manganoxydul und Natron (Scheerer). Er ist daher eine Verbindung von Pelopaten mit Silicaten.

Polykras, in Granitgängen im Norit von der Insel *Hitteroë* in *Norwegen*, besteht aus Niob-, Pelop- und Titansäure, Zirkon- und Yttererde, Eisen-, Uran- und Ceroxydul nebst Spuren von Thon-, Kalk- und Talkerde (Scheerer).

Euxenit s. S. 1359.

I. Wolframsaure Salze.

Wolframit, vorzugsweise mit Zinnerz, doch auch ohne dasselbe im Granit, auf dessen Kluftflächen und im Talkschiefer, so wie auf Quarzgängen im Gneifs und in der Grauwacke, manchmal mit Scheelit, Molybdänglanz u. s. w. In *Sachsen*, *Böhmen* und *Cornwall* ist er ein beständiger Begleiter des Zinnsteins; in Alluvionen, den grofsen natürlichen Zinnerz-Wäschen findet er sich nicht, weil er mechanisch und chemisch leichter zerstört wird, als das Zinnerz. Diefs zeigt sich schon auf Gängen, wo er nicht selten in Scheelit umgewandelt erscheint (Breithaupt) *). Die zahlreichen Analysen des Wolframit (Gebrüder d'Elhuyart, Klaproth, Vauquelin, Berzelius, Richardson, Ebelmen, Marguerilte, Rammelsberg, Kussin, Kerndt und Schneider) haben dargethan, dafs er eine Dop-

*) Paragenesis S. 141.

pelverbindung aus wolframsaurem Eisenoxydul und wolframsaurem Manganoxydul ist *). Es giebt zwei Varietäten, wovon man die eine als aus 1 At. wolframsaurem Manganoxydul und 4 At. (vielleicht manchmal 5 At.) wolframsaurem Eisenoxydul, die andere als aus 3 At. wolframsaurem Manganoxydul und 2 At. wolframsaurem Eisenoxydul bestehend, betrachtet. Da sich im Mineralreiche reine Eisen- und Manganoxydulsalze überhaupt nicht finden: so ist kaum zu erwarten, dafs wolframsaures Eisen- und Manganoxydul eine Ausnahme davon machen sollten. Die graulich- oder bräunlichschwarze Farbe des Wolframit deutet ebenfalls nicht auf reine Oxydulsalze, besonders da wolframsaures Manganoxydul weifs, und wolframsaures Eisenoxydul grün ist. Wolframsaures Eisenoxydul-Manganoxydul scheint daher, wenn es im Wolframit ursprünglich als reines Oxydulsalz vorhanden gewesen sein sollte, im Laufe der Zeit oxydirt, und ein Theil der Wolframsäure ausgeschieden worden zu sein. Schneider fand wirklich freie Wolframsäure im Wolframit; es gelang ihm aber nicht, selbst als er das gepülverte Mineral in einer Kohlensäure-Atmosphäre mit Salzsäure digerirte, darin Eisenoxyd zu finden. Aus jener überschüssigen Säure suchte er den Ueberschufs in früheren Analysen (Schaffgotsch) zu erklären. Dafs die ausgeschiedene Wolframsäure mehr oder weniger von Gewässern fortgeführt wurde (S. Wolframocher), zeigt Rammelsberg's Analyse eines in bräunlichrothen Nadeln vorkommenden Minerals, welches in Steinmark übergeht und mit Flufsspath und Apatit durchwachsen ist. Berechnet man die Menge der Wolframsäure, welche das Eisen- und Manganoxydul zur Sättigung fordert: so erhält man 17,79 Säure

*) Berzelius (Schweigger's Journ. Bd. XVI. S. 476) gab sich viele Mühe, die Oxydationsstufen des Eisens und Mangans im Wolframit zu bestimmen. Sie beweisen aber keineswegs die gänzliche Abwesenheit des Eisenoxyd; sie zeigen indefs, dafs wolframsaures Eisenoxydul beim Auswaschen sehr schnell Sauerstoff anzieht, und dafs Wolframsäure nur eine geringe Verwandtschaft zum Eisenoxyd hat. Nach Vauquelin soll sogar das Eisen halb als Oxydul und halb als Oxyd im Wolframit enthalten sein.

mehr, als die Analyse angiebt. Da nun in jenem Steinmark keine Wolframsäure, dagegen Eisen und Mangan als Oxyde vorhanden waren: so mufste diese Säure durch Gewässer fortgeführt worden sein. Dieser Umstand spricht dafür, dafs durch die höhere Oxydation dieser Metalle die Verwandtschaft der Wolframsäure gelockert wird.

Nach Blum *) findet sich das von Rammelsberg analysirte Mineral auf Kluftflächen eines Greisen, welcher hier und da Wolframtheile und in zahlreichen kleinen Drusenräumen Scheelit mit etwas Flufsspath und Apatit, die jedoch meist etwas zersetzt sind, enthält. Nach Rammelsberg's Analyse einer geringen Menge jener Wolframittheile sind dieselben reicher an Mangan, als die obige Varietät. Berechnet man wieder die Menge der Wolframsäure, welche die beiden Oxyde als Oxydule fordern: so erhält man 21,2 Säure mehr, als vorhanden war. Also auch diese Wolframtheile haben schon einen grofsen Theil ihrer Wolframsäure verloren **).

Diese Untersuchungen sind sehr belehrend. Aus den Wolframtheilen im Greisen haben die Gewässer ungefähr $\frac{1}{4}$

*) Nachtrag II. S. 99.

**) Rammelsberg glaubt, dafs dieser Wolframit eher eine Varietät als eine neue Verbindung ist. Auch wir können ihn nicht für eine neue Verbindung halten. Ist es einmal dahin gekommen, dafs man, wenn eine neue Analyse eines Minerals abweichende quantitative Verhältnisse von früheren Analysen giebt, nicht sogleich neue Formeln construirt, sondern erst fragt, ob nicht vielleicht Zersetzungen statt gefunden haben: so wird die Zahl der neuen Verbindungen sehr zusammenschmelzen. Wir können solche, wenn auch erst in anfangender Zersetzung begriffene Mineralien nicht einmal als Varietäten gelten lassen; denn Niemand wird z. B. Kaolin für eine Varietät des Feldspath, oder einen Feldspath, der etwa 1 Proc. Kieselsäure weniger, als der ganz unveränderte, mithin schon eine geringe Menge Kaolin enthält, für eine Varietät des Kaolin nehmen. Zwischen dem kaum merklich zersetzten Feldspath und dem nur noch Spuren davon enthaltenden Kaolin giebt es aber unzählige Mittelstufen, die eben nichts anderes sind als mehr oder weniger in der Zersetzung fortgeschrittene Feldspathe.

der Wolframsäure fortgeführt; in kleinen Drusenräumen finden wir aber wolframsaure Kalkerde, die eine unzweifelhaft spätere Bildung als der Wolframit ist. Wie dieselbe entsteht, davon unten (S. 1974).

Der strahlige Wolframit sitzt auf Quarz, seine Nadeln reichen aber in den Greisen hinein, hier und da werden sie selbst von Quarzkrystallen umhüllt. Häufiger sind jedoch Apatitkrystalle und besonders Flufsspathkrystalle von Wolframit durchdrungen. Das Steinmark verdrängte, aufser dem Quarz, alle diese Substanzen, zuerst den Wolframit, und diese Verdrängung begann, wie es scheint, an der Stelle, wo die strahligen Massen auslaufen. Zuletzt verschwanden Apatit und Flufsspath und die strahligen Massen des Steinmark traten an ihre Stelle; sie erfüllten den Raum aber nur zum Theil, namentlich zwischen den strahligen Wolframit-Parthien. Den Karpholith, welcher sich an demselben Orte und unter gleichen Verhältnissen findet, hält Blum gleichfalls für veränderten strahligen Wolframit. Er geht entschieden in Steinmark über, und scheint daher ein Mittelglied zwischen Wolframit und Steinmark zu bilden.

Der Karpholith von *Schlackenwalde* enthält nahe dieselben Quantitäten Eisen- und Mangan (Steinmann, Stromeyer *), wie das bräunlichrothe Mineral (Rammelsberg); aber keine Wolframsäure, und an deren Stelle ist Thonerdesilicat getreten, welches 2 Proc. weniger als diese Säure beträgt. Wird daher die Wolframsäure durch Thonerdesilicat verdrängt: so wandelt sich das braunrothe Mineral in Karpholith um, und für die Wirklichkeit dieser Umwandlung sprechen die 2,09 Thonerdesilicat, welche in jenem Mineral schon enthalten sind. Dafs indefs auch ein Zersetzungsproduct des Flufsspath hinzugetreten ist, zeigt der von Stromeyer ge-

*) Stromeyer nimmt das Mangan als Oxydul im Karpholith an. Seine Analyse giebt einen Verlust von 1,2. Berechnet man dagegen das Mangan als Oxyd: so erhält man einen Ueberschufs von 0,94. Es ist daher wahrscheinlich, dafs das Mangan als Manganoxyduloxyd vorhanden war. Das Eisen nimmt er als Oxyd an, wahrscheinlich war es aber auch als Eisenoxyduloxyd gegenwärtig.

fundene Gehalt von 1,47 Flufssäure. Das wasserhaltige Thonerdesilicat im Karpholith rührt ohne Zweifel vom Feldspath her, der im Greisen nie ganz fehlt. Ist dieses Gestein aus Granit hervorgegangen: so mufste dieser Uebergang mit einer Ausscheidung oder Zersetzung des Feldspath verknüpft gewesen sein. Letzterer kann theilweise in Glimmer und Quarz zersetzt (Bd. II. S. 303), theils können aus ihm Silicate von Thonerde und Kali fortgeführt worden sein. Rammelsberg's Analyse des Steinmark von *Schlackenwalde* würde vielleicht nahe dasselbe Verhältnifs der Kieselsäure und Thonerde wie im Karpholit gegeben haben, wenn Eisen- und Manganoxyd von der Thonerde geschieden worden wären. Die Umwandlung des Karpholit in Steinmark besteht daher wesentlich in einer Ausscheidung des Eisens und Mangans, welche in diesem Steinmark noch nicht, dagegen in anderen Arten, wie in dem von *Elgersburg* (Rammelsberg), ganz vollendet ist.

Mit Recht zählt Blum die Pseudomorphose von Steinmark nach Wolframit zu den Verdrängungs-Pseudomorphosen. Der günstige Umstand, dafs das Mittelglied zwischen beiden, der Karpholith und die schon zum Theil zersetzten Wolframite, analysirt wurden, setzt uns in den Stand, den Verdrängungsprocefs so genau zu erforschen, als es selten bei anderen Verdrängungs-Processen möglich ist. Wir haben gesehen, dafs die Gewässer den Wolframit nicht als solchen fortführten, sondern dafs zuerst die Wolframsäure vollständig, später das Eisen- und Manganoxydul, aber nur grofsentheils, durch kieselsaure Thonerde verdrängt wurden. Zuerst wurde die Verwandtschaft zwischen der Säure und den Basen überwunden, und ohne Schwierigkeit konnte dann die in statu nascenti gar nicht schwerlösliche Wolframsäure fortgeführt werden. Zur Fortführung des Eisen- und Manganoxydul war aber die Gegenwart von Kohlensäure in den Gewässern erforderlich. Enthielten sie, wie in den meisten Fällen, gleichzeitig etwas Sauerstoff: so wandelte sich ein Theil der Oxydule in Oxyde um, welche nicht aufgelöst werden konnten, sondern in das Steinmark übergingen. Wären in den Gewässern auch organische Substanzen in hinreichender Menge vorhanden gewesen: so würde diese höhere Oxydation nicht

stattgefunden haben. In diesem Falle würden Eisen- und Manganoxydul vollständig fortgeführt worden, und ein eisen- und manganfreies Steinmark, wie das oben angeführte von *Elgersburg*, entstanden sein. Da der Wolframit aus dem Greisen mehr Manganoxydul als alle bisher analysirten Wolframite, und auch das braunrothe Mineral von *Schlackenwalde* mehr davon enthalten, als die von Kerndt analysirten 14 Wolframite: so ist aus jenen beiden Wolframiten schon etwas Eisenoxydul mit der Wolframsäure fortgeführt worden. Damit ist in Uebereinstimmung, wenn auch nicht eine nothwendige Folge davon, dafs sich Eisenoxydulcarbonat früher als Manganoxydulcarbonat aus Gewässern absetzt (Bd. II. S. 1370).

Diese Pseudomorphosen haben zwar nur ein locales Interesse, und gehören zu den Raritäten; sie geben aber Winke, worauf die Aufmerksamkeit bei der Analyse anderer Verdrängungs-Pseudomorphosen zu richten ist. Was die Verdrängung des Flufsspath durch Steinmark betrifft, so wurden solche Pseudomorphosen schon früher von Blum *) nachgewiesen. Nach ihm haben dieselben mehr Aehnlichkeit mit Umwandlungs-, als mit Umhüllungs- und Ersetzungs-Pseudomorphosen, welches auch mit Stromeyer's Analyse des Steinmark, wonach die Flufssäure bei weitem mehr beträgt, als die geringe Menge Kalkerde sättigen könnte, übereinstimmt. Höchstens konnte nur eine geringe Menge Flufsspath vorhanden, und die gröfsere Menge der Flufssäure mufste mit einer anderen Base verbunden gewesen sein.

Die Ausscheidungen der Wolframsäure bei Zersetzung des Wolframit, so wie der Titansäure, bei Zersetzung des Titaneisens (S. 1957), welche im Mineralreiche ihre Analogie mit der Ausscheidung der Kohlensäure aus den Carbonaten des Eisen- und Manganoxydul, wenn letztere sich höher oxydiren, finden, sind sehr merkwürdige Processe, die sich auch künstlich verfolgen lassen **).

*) Die Pseudomorphosen S. 254 Nachtrag I. 140.

**) Wir beschränken uns auf Angabe des Verhaltens des wolframsauren Eisenoxydul; vom Verhalten des titansauren Eisenoxydul wird an einem anderen Orte die Rede sein.

Setzt man zu der Lösung eines blafsgrünen Eisenvitriols, der also nur wenig Eisenoxyd enthält, wolframsaures Natron: so erhält man einen rothen Niederschlag, der nach 24 Stunden ocherbraun wird. Die davon abfiltrirte Flüssigkeit geht klar durch das Filter, und röthet Lackmus, was von dem überschüssig zugesetzten Eisenvitriol herrührt. Durch fortgesetztes Auswaschen verschwindet diese Reaction und das Filtrat wird milchig. Nach langem Stehen der Flüssigkeit setzt sich eine geringe Menge eines schwach gelblichen Niederschlags ab. Setzt man am folgenden Tage das Auswaschen wieder fort: so zeigt sich abermals saure Reaction, welche indefs bald verschwindet. Nach fortgesetztem Auswaschen mit Unterbrechungen zeigt sich stets, nach vorhergegangenem Trocknen des Rückstandes, beim neuen Auswaschen saure Reaction. Der getrocknete, hell ocherbraune, pulverige Rückstand, welcher beim Erhitzen ziemlich viel Wasser giebt und sich etwas dunkler färbt, hat die Zusammensetzung I. Nach Abzug des, wahrscheinlich von noch zurückgebliebenem Wasser herrührenden Verlustes *), erhält man II. Nach Reduction des Eisenoxyd zu Eisenoxydul, welches in dem frisch dargestellten Niederschlage enthalten war, ergiebt sich III. Anthon's Analyse des wolframsauren Eisenoxydul IV **) zur Vergleichung.

	I	II		III	IV
Wolframsäure .	72,95	75,09		76,99	76,19
Eisenoxydul . .	24,20	24,91	Oxydul	23,01	23,81
Wasser . . .	2,85	—		—	—
	100,00	100,00		100,00	100,00

Die sämmtlichen abfiltrirten Flüssigkeiten zur Trockne abgedampft, gaben einen ocherbraunen Rückstand. Salzsäure zog Eisenoxyduloxyd aus, und liefs nur eine unbedeutende Menge Wolframsäure zurück. Die Menge dieser Säure ist daher etwas zu niedrig bestimmt; mithin weicht das Mi-

*) Zur directen Bestimmung war die zur Analyse disponible Menge zu gering.

**) Ueber wolframsaure Verbindungen im Journ. f. pract. Chem. Bd. VIII. S. 399 Bd. XIX. S. 6 ff. und S. 337.

schungsverhältnifs in III noch etwas mehr von IV ab, wobei übrigens zu bemerken ist, dafs zu obiger Analyse nur 2,81 Gran angewendet werden konnten. Es hat sich demnach auch aus diesen Versuchen ergeben, dafs Wasser aus dem wolframsauren Eisenoxyd Wolframsäure fortführt. Die nach jedesmaligem Trocknen des Niederschlags immer wiederholte saure Reaction, zeigt, dafs mit fortschreitender Oxydation des Eisenoxydul immer wieder Wolframsäure frei wurde, und es möchte wohl geschehen sein, dafs sich endlich alle Säure ausgeschieden hätte, wenn das Auswaschen und Trocknen viel länger als acht Tage fortgesetzt worden wäre *).

Sillem und Blum **) beschreiben Wolframite, welche die Umwandlung in Scheelit sehr deutlich zeigen. Die Veränderung schreitet von aufsen nach innen fort; die dem Wolframit so characteristischen Schalen bestehen aus feinkörnigem krystallinischen Scheelit, dessen hohle Räume mit kleinen Scheelitkrystallen erfüllt sind. Nur an zwei Puncten beobachtete Blum mitten in der Masse des Scheelit noch geringe Ueberreste von Wolframit, und fand, dafs die Umwandlung nicht allein nach der schaligen Absonderung, sondern auch nach der vollkommen brachydiagonalen Spaltbarkeit vorgeschritten war. In *Cornwall* findet sich Scheelit mit Brauneisenstein

*) Zur Berichtigung der unbestimmten Angaben in chemischen Werken hinsichtlich des Röthens oder Nichtröthens von Lackmus durch Wolframsäure, bemerke ich, dafs die Wolframsäure, welche nach dem Abdampfen ihrer wässerigen Lösung zurückbleibt, deutlich Lackmuspapier röthet, wenn etwas Wasser zugesetzt wird. Die Reactionen bei obigen Versuchen waren freilich schwach, aber doch deutlich erkennbar. Die milchige Trübung in der zurst abfiltrirten Flüssigkeit rührte wohl gröfstentheils vom überschüssigen Eisenvitriol her, dessen Eisenoxyduloxyd sich im Rückstande nach dem Abdampfen fand. Da indefs die mit Wasser fein zerriebene Wolframsäure zum Theil durchs Filter geht und eine Milch bildet: so kann diese auch an jener Trübung Antheil gehabt haben. Auch vom Wolframit filtrirt, wenn er mit viel Wasser bis zum Kochen digerirt wird, eine unklare Flüsssigkei ab, welche selbst nach wiederholtem Filtriren nicht klar wird. Die anfangs klaren Wassertropfen trüben sich, wenn sie an die Mündung des Trichters kommen.

**) Nachtrag II. S. 67.

und Eisenocher; vielleicht sind diese die Zersetzungsproducte des verdrängten Wolframit.

Es ist etwas schwierig, sich von dieser Umwandlung Rechenschaft zu geben. Da Wolframsäure selbst die Schwefelsäure aus dem Gyps zu verdrängen vermag (S. 1974): so setzt diefs eine grofse Verwandtschaft zum Kalk voraus, welche darin begründet ist, dafs Wolframsäure ein viel schwerlöslicheres Salz mit Kalk als Schwefelsäure darstellt. In der Regel werden Salze, welche durch eine Säure zersetzt werden, auch durch die Salze dieser Säure zersetzt. So zersetzt z. B. Schwefelsäure, und daher zersetzen auch die schwefelsauren Salze alle Barytsalze. Wenden wir diefs auf den vorliegenden Fall an: so wird es sehr wahrscheinlich, dafs die im Wolframit mit Eisen- und Manganoxydul verbundene Wolframsäure eben so schwefelsauren Kalk zersetzen werde, als dieser durch freie Wolframsäure zersetzt wird. Unter dieser Voraussetzung würden Gewässer, Gyps enthaltend, wenn sie fortwährend mit Wolframit in Berührung kämen, eine gegenseitige Zersetzung bewirken: der Kalk des Gyps würde sich mit der Wolframsäure und die Schwefelsäure mit dem Eisen- und Manganoxydul verbinden; der schwerlösliche wolframsaure Kalk würde zurückbleiben, die sehr leichtlöslichen Eisen- und Manganoxydul-Sulphate würden durch die Gewässer fortgeführt werden. Gyps ist ein häufiger Bestandtheil der Gewässer. Können auch nicht Gypslager im Granit angenommen werden: so findet sich doch der Wolframit in den Gängen nicht selten theils mit Arsenikkies, theils mit Blende, theils mit Bleiglanz, Antimonglanz, Kupferkies und Eisenkies, welche durch Oxydation Schwefelsäure geben. Kohlensaurer Kalk fehlt kaum in irgend einem Wasser; die Bedingungen zur Bildung von Gyps sind daher in den Umgebungen der Wolframite gegeben.

Wolframit enthält fast so viel Wolframsäure wie Scheelit. Bei der Umwandlung des ersteren in letzteren findet daher nur eine geringe Gewichts-Abnahme, aber eine Volumen-Zunahme ungefähr um 26 Proc. statt. Diefs stimmt nicht mit den hohlen Räumen in den Pseudomorphosen von Scheelit nach Wolframit; es wurde daher ein Theil der Zersetzungsproducte durch die Gewässer fortgeführt.

Sillem *) beschreibt einen auf Quarz liegenden krystallisirten Scheelit, und zwischen demselben einen Quarz in der Form von Wolframit. Demnach scheint Wolfram durch Quarz verdrängt und jener als solcher oder nach seiner Zersetzung durch Gewässer fortgeführt zu werden.

Gahn und Berzelius fanden im Tantalit von *Broddbo* Wolframsäure. Sie theilen dieselbe dem Eisen- und Manganoxydul zu, wonach dieses Mineral 8,69 Wolframit enthalten würde. Im Yttrotantalit würde die Menge des wolframsauren Eisen- und Manganoxydul bis auf 10,7 steigen, wenn die Wolframsäure an diese Oxydule gebunden sein sollte; sie kann aber auch an diese und an Kalk gebunden sein.

Scheelit (Tungstein), auf Zinnerz-Lagerstätten mit Wolframit, auf Magneteisen-Lagerstätten, auf Lagern im Granit und Gneifs, auf Erzgängen in Grauwacke und auf einem Gange von Topas, Quarz und Flufsspath, ist $\frac{I}{I}$ wolframsaurer Kalk (Klaproth, Brandes und Bucholz, Bowen, Choubine). Unter den Analysen sind es nur zwei (Berzelius, Rammelsberg), welche keine fremden Bestandtheile nachweisen; in den anderen findet sich stets Kieselsäure (bis 3), 3 Mal Eisenoxyd (bis 1,5), 2 Mal Manganoxyd (bis 0,75), 1 Mal Kupferoxyd (3,3) und 1 Mal Magnesia (0,65). Berechnet man nach der Analyse des reinsten Scheelit die Quantitäten Wolframsäure, welche die Kalkerde in den übrigen Scheeliten zur Sättigung fordern: so sind die berechneten Mengen stets geringer als die gefundenen. Es ist daher anzunehmen, dafs diese Säure-Ueberschüsse mit der Kieselsäure, wenn dieselbe nicht als Quarz eingesprengt war, und zum Theil auch mit den übrigen Basen verbunden sind. Freilich sind Verbindungen der Wolframsäure mit anderen Säuren nicht bekannt; denn ihre Löslichkeit in concentrirter Salzsäure und Flufssäure kann nicht geltend gemacht werden, da sie sich auch im Wasser löset; die Existenz einer kieselsauren Wolframsäure ist daher problematisch. Berzelius fand in zwei Wolframiten, welche, so weit das Auge es entdecken konnte, quarzfrei waren, 1,25 und 2,1 Kieselsäure. Berechnet man indefs die Wolframsäure, welche die Basen fordern: so finden sich 0,6

*) Jahrb. f. Min. u. s. w. 1851. S. 395.

und 0,5 Säure mehr, als die Analyse giebt; mithin bleibt nichts für die Kieselsäure übrig, und eine kieselsaure Wolframsäure kann darin nicht enthalten sein. Auf der andern Seite enthält, nach Breithaupt *), der Scheelit von *Zinnwald* Salzsäure und Flufssäure, und der von *Schlackenwalde* vielleicht 2 bis 3 Proc. Flufssäure. Hieraus möchte man auf Verbindungen des Wolfram mit Chlor und Fluor schliefsen, welche Verbindungen auch künstlich darstellbar sind.

Im Nachstehenden finden sich die durch Berechnung erhaltenen Resultate dreier Scheelite, die sich durch einen beträchtlichen Gehalt an fremden Basen auszeichnen, und deren Analysen der normalen Mischung der wolframsauren Kalkerde ziemlich nahe kommen

	I	II	III
Wolframsaurer Kalk	89,98	83,89	87,74
Wolframsaures Eisenoxydul . .	4,33	—	—
„ „ Manganoxydul . .	1,25	—	—
„ „ Kupferoxyd . .	—	12,77	—
Wolframsaure Magnesia . . .	—	—	4,38
Ueberschüssige Wolframsäure .	1,19	0,44	5,82
Kieselsäure	2,54	0,75	—
	99,29	97,85	97,94

I. Gelblichgrauer Scheelit von *Huntington* in *Connecticut* (Bowen). II. Grüner Scheelit aus *Coquimbo* in *Chile* (Domeyko). Ist der Verlust in der Analyse ohne Zweifel Wolframsäure: so steigt die überschüssige Säure auf 2,59. III. Gelber Scheelit von *Catharinenburg* (Choubine).

In diesen drei Scheeliten ergiebt sich also ein Ueberschufs an Wolframsäure **). Bowen bemerkt, dafs der dor-

*) Schweigg. Journ. Bd. LIV. S. 130 und 131.

**) Führt man die Rechnung nach der Analyse des Scheelit von Berzelius: so vermindern sich diese Ueberschüsse; da aber die Analyse von Rammelsberg eine geringere Menge von Wolframsäure angiebt, und defshalb zu vermuthen ist, dafs dieser Scheelit weniger oder gar keine freie Wolframsäure ent-

tige Scheelit oft von gelbem Wolframoxyd (ohne Zweifel Wolframsäure, da die Wolframoxyde nicht gelb sind) überzogen sei, welches sich in heifsem Ammoniak löset, während der wolframsaure Kalk ungelöst bleibt. Hier ist also offenbar etwas Wolframsäure aus dem Scheelit ausgeschieden worden. Es ist zu vermuthen, dafs in allen gelben Scheeliten eine solche Zersetzung stattgefunden habe, und dafs nur die weifsen noch unzersetzt sind; denn der künstliche wolframsaure Kalk ist vollkommen weifs. Man kann wohl nur im kohlensauren Wasser das Zersetzungsmittel suchen, und in diesem Falle würde der Scheelit das allgemeine Schicksal aller Kalksilicate theilen. Einige Scheelite von *Schlackenwalde* in *Böhmen*, welche ich mit verdünnter Salzsäure behandelte, brausten nicht im mindesten; sie waren aber auch fast weifs. Es ist auch kein Brausen bei der Analyse der Scheelite von anderen Chemikern angeführt. Fand daher bei den gelben Scheeliten eine theilweise Ausscheidung der Kalkerde durch kohlensaure Gewässer statt: so ist ohne Zweifel der kohlensaure Kalk durch sie fortgeführt worden. Blieb in diesem Fälle die Wolframsäure zurück: so mufsten die Analysen einen Ueberschufs geben. Ein Theil der ausgeschiedenen Säure und selbst die ganze Menge derselben konntedurch Gewässer fortgeführt werden, in welchem Falle die Analysen nur einen geringen oder gar keinen Ueberschufs gaben. Die graulichweifsen und grauen Scheelit-Varietäten mögen ihre Farben beigemischtem wolframsauren Eisen- und Manganoxydul, die gelblichbraunen und braunen der Zersetzung dieser Salze verdanken. Alle diese Umstände erklären das Schwankende in den Analysen der Scheelite.

Künstlich dargestelltem wolframsauren Kalk wird durch kochendes Wasser Wolframsäure entzogen (Gmelin) *). Es ist daher zu vermuthen, dafs selbst kaltes Wasser, wenn es wiederholt auf Scheelit wirkt, nicht ganz unwirksam sein

hielt, und da auch die Analyse des letztern vollkommen mit der meinigen (S. 1976) übereinstimmt: so wurde die Rechnung nach **Rammelsberg's** Analyse geführt.

*) Handbuch der Chemie Bd. II. S. 481.

werde, und diefs kann eine neue Ursache der so schwankenden Analysen der Scheelite sein.

Wolframsauren Kalk habe ich künstlich dargestellt aus einer gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kalk, zu der eine warme, mithin gesättigte Lösung von wolframsaurem Ammoniak gesetzt wurde. Die Flüssigkeit wurde sogleich weifs getrübt. Am anderen Tage hatte sich ein weifser, amorpher Niederschlag gebildet *). Die darüber stehende Flüssigkeit reagirte noch merklich auf oxalsaures Ammoniak und auf Chlorbaryum; schwefelsaurer Kalk war daher im Ueberschusse vorhanden. Der Niederschlag wurde ausgewaschen, bis diese Reactionen verschwunden waren **). Mit einer grofsen Menge reinen Wassers übergossen, wurde am anderen Tage die noch nicht ganz klar gewordene Flüssigkeit abfiltrirt und zur Trockne abgedampft. Es ergab sich, dafs 1 Th. wolframsaurer Kalk in 100060 Th. Wassers löslich ist.

Da künstliche Wolframsäure, geologisch genommen, leichtlöslich ist: so ist zu erwarten, dafs die natürliche nicht allzu schwerlöslich sein werde. Bine Bildung des Scheelit auf Kosten eines im Mineralreiche vorkommenden Kalksalzes ist daher nicht unwahrscheinlich.

Als Wolframsäurehydrat in eine Lösung von saurem kohlensauren Kalk eingerührt wurde, zeigten sich nach einigen Stunden unzählige mikroskopisch kleine, weifse Nadeln an den Wänden des Glases, welche hier und da mannichfaltig gruppirt waren, und aus der Flüssigkeit stiegen Gasbläschen auf. Als ferner in ein kleines Fläschchen gepülverte Kreide, Wolframsäure und Wasser gebracht, das Fläschchen mit einer gebogenen Glasröhre mit Kalkwasser in einem anderen Fläschchen in Comunication gesetzt und luftdicht verschlossen wurde, trieb ich durch die Wärme der Hand von

*) Der wolframsaure Kalk adhärirt am Glase noch fester, als präcipitirter kohlensaurer Kalk. Er läfst sich mit Wasser und der Fahne einer Feder nicht völlständig wegspühlen. Selbst mit Salzsäure gelingt es nur äusserst schwierig.

**) Zu diesem Abwaschwasser wurde eine neue Gypslösung gesetzt. Nach mehreren Wochen hatte sich noch etwas wolframsaurer Kalk an die Glaswände abgesetzt, welches zeigt, dafs sich der wolframsaure Kalk erst nach und nach abscheidet.

Zeit zu Zeit einige Bläschen der im ersten Fläschchen enthaltenen Luft in das Kalkwasser. Nach einiger Zeit trübte sich dasselbe. Am anderen Tage hatten sich wieder unzählige Nädelchen an den Wänden des ersten Fläschchens, so weit das Wasser reichte, abgesetzt, und diese Bildung nahm, als der Apparat mehrere Monate stehen blieb, immerfort zu.

Aus einer mit Wolframsäure versetzten Gypslösung setzten sich erst nach 3 Tagen krystallinische Parthien ab, welche auch auf der Flüssigkeit schwammen und wie Dendriten erschienen. Eine concentrirte Lösung von Chlorcalcium wurde durch Wolframsäure nicht getrübt. Erst nach längerer Zeit zeigte sich das Glas, so weit die Flüssigkeit reichte, matt und durch die Loupe erkannte man einen sehr dünnen Ueberzug, gleich einem Zellgewebe, von wolframsauren Kalk *).

Neutraler und saurer kohlensaurer Kalk und schwefelsaurer Kalk werden daher durch Wolframsäure zersetzt und wolframsaurer Kalk gebildet. Da die Zersetzung langsam von Statten geht: so bildet sich der Niederschlag krystallinisch aus; die mögliche Bildung des Scheelit aus diesen Kalksalzen kann daher nicht zweifelhaft sein, und es könnten sogar *Pseudomorphosen* von Scheelit nach Kalkspath und Gypsspath *gefunden* werden. Die wirkliche Bildung des Scheelit in Drusenräumen des Greisen (S. 1965) aus der Wolframsäure, welche bei der Zersetzung des Wolframit fortgeführt wurde, erscheint unzweifelhaft. An Kalksalzen kann es nicht gefehlt haben, da in denselben Drusenräumen Flufsspath und Apatit vorkommen.

Der sehr geringe Rest des durch Zersetzung des schwefelsauren Kalks durch wolframsaures Ammoniak erhaltenen wolframsauren Kalks, in der Siedhitze des Wassers getrocknet, verlor beim Glühen 3,7 brenzlich riechendes Wasser. Durch directe Bestimmung der Wolframsäure und Kalkerde wurde erhalten (I) und Rammelsberg fand die Zusammensetzung eines ausgezeichneten röthlich-gelben Scheelit von *Neudorf* bei *Harzgerode* (II).

*) Nach Anthon fällen wolframsaure Alkalien das Chlorcalcium vollständig, selbst bei geringem Ueberschusse von Säure.

	I	II
Wolframsäure .	78,43	78,64
Kalk	21,57	21,56
	100,00	100,20

Blum *) beschreibt Scheelitkrystalle, zum Theil ganz mit undeutlichen Wolframitkryställchen erfüllt, zum Theil mit diesen gemengt; ihre Oberfläche war zerfressen. Die krystallinischen Massen von Scheelit, auf denen die Krystalle sitzen, bestehen gänzlich aus einem feinkörnigen Aggregat von Wolframit. In diesen Pseudomorphosen, welche den umgekehrten Fall von den oben (S. 1969) angeführten bilden, wurde die Kalkerde durch Eisen- und Manganoxydul, die ohne Zweifel als Bicarbonate in Gewässern aufgelöst waren, verdrängt. Diese Oxydule verbanden sich mit der Wolframsäure und gaben Wolframit, der Kalk wurde von der Kohlensäure ergriffen und als kohlensaurer Kalk fortgeführt.

Es gelang nicht, diese Zersetzung durch den Versuch zu constatiren, weil man mit der grofsen Schwierigkeit zu kämpfen hatte, die Carbonate des Eisen- und Manganoxydul rein darzustellen, und sie während ihrer Einwirkung auf Scheelit, wozu jeden Falls, wegen der Schwerlöslichkeit desselben, eine längere Zeit erforderlich gewesen wäre, vor Oxydation zu schützen. Als indefs eine wässerige Lösung von krystallisirtem wolframsauren Natron zu einer Lösung von kohlensaurem Eisenoxydul in kohlensaurem Wasser gesetzt wurde, entstand eine weingelbe Färbung mit einer kaum merklichen Trübung **). Nach 24 Stunden hatte die Flüssigkeit noch dieselbe Färbung; es schwammen aber darin mikroskopisch

*) Die Pseudomorphosen S. 211.

**) Da bei diesem Versuche ein Eisenoxydsalz gänzlich ausgeschlossen war: so mufs man die weingelbe Farbe für die des reinen wolframsauren Eisenoxydul halten, während eine geringe Beimischung eines Eisenoxydsalzes eine rothe Farbe hervorbringt (S. 1968). Anthon erhielt einen hellbraunen Niederschlag, welcher beim Erhitzen unter Verlust der Hälfte seines Wassers dunkler braun wurde.

kleine Nadeln, und beim Schütteln zeigte sich eine weifsliche Trübung. Wolframsaures Eisenoxydul halte sich daher gebildet, und es ist in einer Flüssigkeit, welche freie Kohlensäure und Natronbicarbonat enthält, nicht löslich. Da nun saures kohlensaures Eisenoxydul wolframsaures Natron zersetzt: so ist wahrscheinlich, dafs es auch wolframsauren Kalk zersetzen wird.

Wolframsaures Natron fällt aus einer Lösung von Manganchlorür schneeweifses wolframsaures Manganoxydul; Anthon erhielt ein grauweifses Pulver (sollte vielleicht ein Oxydsalz beigemengt gewesen sein?), welches an Kali alle Wolframsäure abtrat.

Quarz verdrängt Scheelit (S. 1319). Auch Sillem beschreibt eine solche Pseudomorphose *). Da wolframsaurer Kalk in geologischer Beziehung nicht zu den sehr schwerlöslichen Substanzen gehört: so ist die unzersetzte Fortführung des Scheelit nicht schwierig zu denken. Da indefs im Vorstehenden nachgewiesen wurde, dafs er durch kohlensaure Gewässer zersetzt werden kann: so ist ebenso denkbar, dafs die Zersetzung in seine beiden, für sich viel löslicheren Bestandtheile der Verdrängung vorhergeht, oder vielmehr mit derselben verknüpft ist.

Wolframsaures Bleioxyd, mit Quarz, Glimmer und Wolframit nur zu *Zinnwald* in *Böhmen*, besteht aus gleichen Atomen Wolframsäure und Bleioxyd (Kerndt). Das Zusammenvorkommen dieses Bleisalzes mit Wolframit berechtigt zur Vermuthung, dafs letzterer die Wolframsäure geliefert habe. Durch Zersetzung des Wolframit scheidet sich Wolframsäure aus (S 1963), kommt diese mit einem Bleisalze (kohlensaures Bleioxyd in kohlensaurem Wasser gelöst) zusammen: so sind die Bedingungen zur Bildung von wolframsaurem Bleioxyd gegeben. Es ist jedoch zu bemerken, dafs, nach meinen Versuchen, weder wolframsaures Ammoniak, noch wolframsaures Natron in einer Lösung von kohlensaurem Bleioxyd in kohlensaurem Wasser eine Trübung, dagegen in einer Lösung von salpetersaurem Bleioxyd einen weifsen Niederschlag hervorbringen. Da nicht anzunehmen ist, dafs wolframsaure

*) Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1851. S. 330.

Alkalien saures kohlensaures Bleioxyd nicht zersetzen sollten: so ist entweder das wolframsaure Bleioxyd leichtlöslicher in kohlensaurem Wasser als kohlensaures Bleioxyd oder löslich in sauren kohlensauren Alkalien *). Nach Anthon ist das künstlich dargestellte wolframsaure Bleioxyd wasserfrei, und ist genau so zusammengesetzt wie das natürliche.

Da Wolframit manchmal von Kupferkies begleitet wird, und wolframsaure Alkalien, wahrscheinlich auch Wolframsäure, aus schwefelsaurem Kupferoxyd einen schwach hellblauen (nach Anthon hellgrünen) jedenfalls sehr schwerlöslichen Niederschlag hervorbringen **): so ist auffallend, dafs dieselbe Verbindung aus oxydirtem Kupferkies durch Wolframsäure, vom zersetzten Wolframit herrührend, in Gängen nicht entsteht; denn ein reines wolframsaures Kupferoxyd ist bis jetzt nicht gefunden worden, und nur der (S. 1972 II) angeführte Scheelit weiset es in Verbindung mit wolframsaurem Kalk nach.

Die Nichtexistenz einer wolframsauren Magnesia erklärt sich aus der grofsen Leichtlöslichkeit dieses Salzes. Als zu einer etwas verdünnten Lösung von schwefelsaurer Magnesia wolframsaures Natron gesetzt wurde, zeigte sich keine Trübung, und erst, nachdem die Flüssigkeit durch Abdampfen sehr concentrirt worden, und sie dann mehrere Wochen lang stehen blieb, krystallisirten schöne wasserhelle Würfel (wenn mich meine Erinnerung nicht täuscht) heraus. Nach Anthon wird dieses Salz auch durch Kochen kohlensaurer Magnesia mit Wolframsäure erhalten. Nur der (S. 1972 III) angeführte Scheelit zeigt eine geringe Beimischung von wolframsaurer Magnesia.

*) Versuche mit der Wolframsäure selbst habe ich nicht angestellt.

**) Beim Auswaschen dieses Niederschlags zeigt sich, wie bei manchen wolframsauren Salzen, dafs sich das Abwaschewasser, nachdem die, schwefelsaures Kupferoxyd im Ueberschusse haltende Lösung farblos geworden, etwas trübt; Anthon führt dieselbe Erscheinung an. Sollte vielleicht auch aus diesem wolframsauren Salze etwas Wolframsäure durch Wasser fortgeführt werden? —

Jüngere Metallsaure Salze.

K. Molybdänsaure Metalloxyde.

Gelbbleierz, in Drusenräumen und Gangtrümmern von Kalkstein (das vom *Bleiberg* in *Kärnthen* scheint vanadinhaltig, oder zuweilen von vanadinsaurem Bleioxyd begleitet zu sein (Rammelsberg), ist $\frac{1}{1}$ molybdänsaures Bleioxyd (Klaproth, Göbel, Melling, W. Barry, Bergemann). Unter 17 bekannten Fundorten sind es 9, in denen es in Begleitung mit kohlensaurem Bleioxyd und ein Fundort, wo es mit zersetztem kohlensauren Bleioxyd vorkommt. Websky *) fand in einem Kupfererzgange bei *Kupferberg*, als jüngste Bildung, Krystalle von Weifsbleierz und Gelbbleierz meist mit Kieselkupfer bedeckt (S. 1922). Dieses so häufige Zusammenvorkommen beider Bleierze läfst vermuthen, dafs das Gelbbleierz aus dem Weifsbleierz hervorgegangen sei. Für diese Vermuthung spricht auch ein von Boussingault analysirtes Gelbbleierz, welches 19,5 kohlensaures Bleioxyd enthält.

Pseudomorphosen von molybdänsaurem Bleioxyd nach Bleiglanz kommen vor **). Die Kruste auf solchen Würfeln von Bleiglanz besteht aus molybdänsaurem Bleioxyd mit kleinen Krystallen desselben bekleidet. Selten findet sich noch im Innern dieser Pseudomorphosen Bleiglanz; nur eine war noch ganz damit erfüllt, und um denselben hatte sich schon eine ziemlich dicke Kruste von molybdänsaurem Bleioxyd angesetzt. Breithaupt ***) führt an, dafs in der Formation XII (S. 1674) das Gelbbleierz stets auf Bleiglanz sitzt und als Pseudomorphose nach diesem erscheint. Da ihm nur ein Zusammenvorkommen von Bleiglanz mit Molybdänglanz bekannt ist, letzterer in den jüngeren Gangformationen nicht und auch nicht in Begleitung mit Gelbbleierz vorkommt: so hält er es für sehr wahrscheinlich, dafs Molybdän in irgend einem leicht zersetzbaren Mineral enthalten sein möge.

Zu einer Lösung von kohlensaurem Bleioxyd in kohlen-

*) Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. III. S. 12.

**) Blum die Pseudomorphosen S. 186.

***) Paragenesis S. 243.

saurem Wasser setzte ich molybdänsaures Ammoniak. Sogleich wurde die Flüssigkeit milchweifs im durchscheinenden und gelblichweifs im reflectirten Lichte (S. 1984). Die Umwandlung dieses Carbonats in jenes Bleisalz durch molybdänsaure Alkalien ist damit erwiesen. Da sich Bleiglanz in kohlensaures Bleioxyd zersetzt (S. 1315): so ist wahrscheinlich, dafs auch die Pseudomorphosen von molybdänsaurem Bleioxyd nach Bleiglanz aus kohlensaurem Bleioxyd entstanden sind.

Die Existenz von molybdänsaurem Ammoniak im Mineralreiche ist nicht anzunehmen. Da aber das meiste Gelbbleierz im Kalkstein vorkommt: so ist die Molydänsäure im kohlensauren Kalk zu suchen, und die Vermuthung gewinnt daher an Wahrscheinlichkeit, dafs in diesem Kalksteine molybdänsaurer Kalk enthalten sei. Dieses Salz hat man zwar als einfaches Carbonat noch nicht im Mineralreiche gefunden; nach Domeyko enthält aber krystallisirtes Gelbbleierz aus *Chile* 6,3 Kalkerde. Es könnte daher die Zersetzung des molybdänsauren Kalks durch Bleibicarbonat noch nicht vollendet gewesen sein.

Molybdänsaurer Kalk, künstlich dargestellt durch Zersetzung einer Lösung von Chlorcalcium mit molybdänsaurem Ammoniak, färbte eine Lösung von kohlensaurem Bleioxyd in kohlensaurem Wasser so lange stark gelblich weifs, als das im Ueberschusse zugesetzte Chlorcalcium noch nicht ganz weggewaschen war. Nach vollständigem Auswaschen zeigte sich aber diese Reaction nicht mehr. Der reine molybdänsaure Kalk, mit Wasser behandelt, reagirte dagegen noch sehr stark auf eine Lösung von salpetersaurem Bleioxyd. Molybdänsaurer Kalk scheint daher im Wasser, welches nur sehr geringe Mengen Chlorcalcium enthält, löslicher als in reinem Wasser zu sein. Da Chlorcalcium ein häufiger Bestandtheil der Quellwasser ist: so befördern solche Wasser gleichfalls die Löslichkeit des molybdänsauren Kalks. Als die Lösung desselben zur Trockne abgedampft wurde, ergab sich, dafs 1 Th. molybdänsaurer Kalk in 5059 Th. reinen kalten Wassers aufgelöst war *). Vielleicht ist es dieses so leichtlös-

*) Die concentrischen Ringe, welche beim Abdampfen der Lösung

liche Salz, welches die Bildung von molybdänsaurem Bleioxyd in solchen Gangformationen, welche Molybdänglanz nicht enthalten, veranlafst hat.

Die wässrige Lösung des molybdänsauren Kalks gab mit salpetersaurem Silberoxyd einen bedeutenden weifsen, im durchscheinenden Lichte hellbraunen Niederschlag, der 48 Stunden dem zerstreuten Tageslichte ausgesetzt, nicht merklich dunkler wurde. Im Ammoniak löste er sich vollständig auf und gab eine bräunliche Lösung. Mit salpetersaurem Quecksilberoxydul gab sie einen ebenso bedeutenden gelben Niederschlag, mit Quecksilberchlorid nur eine schwache Trübung. Mit Kupferoxyd-Salzen und mit schwefelsaurem Kali-Nickeloxyd gab sie eine schwach grünliche Trübung, mit Eisenvitriol kaum eine merkliche Trübung.

Unter den untersuchten Metallsalzen gehören daher molybdänsaures Blei- und Silberoxyd und molybdänsaures Quecksilberoxydul zu den schwerlöslichsten; molybdänsaures Ku-

eines schwerlöslichen Körpers zurückbleiben, zeigten beim molybdänsauren Kalke interessante Farbenunterschiede. Diese Ringe waren nämlich am äufseren Umkreise dunkel-, am inneren gelblichgrün und die Grenze zwischen beiden Farben war ganz scharf. In der Mitte der Schale, wo der letzte Rest der Flüssigkeit eintrocknete, war die dunkelgrüne Farbe vorherrschend. In den dunkel- und gelblichgrünen Ringen waren mikroskopisch kleine, weifse, glasglänzende Pünctchen, welche, da sie nur im reflectirten Lichte glänzten, Krystallflächen zu sein schienen. Es verdient untersucht zu werden, ob diese verschiedenen Absätze vielleicht verschiedene isomerische Modificationen des molybdänsauren Kalks sind, oder ob sie von einem verschiedenen Wassergehalte herrühren; für die Geologie hat diese Untersuchung jedoch wenig Interesse. Der rückständige molybdänsaure Kalk gab beim Erhitzen Wasser; es ist zu vermuthen, dafs es chemisch gebundenes war. Hierbei wurde er schmutzig braungrün. Mit der gleichen Menge Wassers übergossen, löste er sich sehr träge, und selbst nach einigen Tagen blieben grauschwarze Stäubchen noch ungelöst zurück. Ihr Gewicht war aber nicht zu bestimmen. Durch Abdampfen der Lösung und durch Erhitzen der rückständigen molybdänsauren Kalkerde hatte sie daher nicht wesentlich an ihrer Löslichkeit verloren.

pfer- und Nickeloxyd und molybdänsaures Eisenoxyduloxyd sind nur wenig schwerlöslicher als molybdänsaurer Kalk.

Man würde vielleicht mehrere molybdänsaure Metalloxyde finden, wenn im Mineralreiche Molybdänmetalle vorkämen. Vom Silber und Quecksilber könnte man, ihrer grofsen Schwerlöslichkeit wegen, am meisten erwarten, sie als molybdänsaure Salze zu finden; wären diese Metalle nur überhaupt geneigt, Sauerstoffsalze hervorbringen. Aufser dem äufserst selten vorkommenden kohlensauren Silberoxyd kennen wir aber keine andere Verbindung dieses Metalls mit einer Sauerstoffsäure, und vom Quecksilber ist mit Sicherheit gar keine Verbindung mit einer solchen Säure bekannt.

Molybdänsaures Eisenoxyd, aus der Umgegend von *Nevada-City* in *Californien*, besteht nach einer nur annährend genauen Analyse aus 40 Molybdänsäure, 35 Eisenoxyd, 2 Magnesia, 8 Alkali (?) und 15 Wasser (D. D. Owen auch W. J. Craw) *).

L. Chromsaure Metalloxyde.

Rothbleierz, auf Quarzgängen im Granit zu *Beresowsk*, meist auf Bleiglanz und Quarz, oft auch in kleinen Klüften, die sich von den Quarzgängen losgezogen haben, unmittelbar auf Granit, ist $\frac{1}{1}$ chromsaures Bleioxyd (Vauquelin, Thenard, Pfaff, Berzelius). Der frei liegende Bleiglanz hat eine zerfressene Oberfläche und ist, aufser den chromsauren Salzen, mit einer Menge anderer Bleisalze, mit Grün-, Vanadin-, Weifs- und Vitriolbleierz bedeckt. Das Grünbleierz enthält Chromsäure und Chromoxyd, das Vanadinbleierz findet sich immer mit Grünbleierz auf den Klüften des Granit, und das Weifsbleierz stets auf Bleiglanz oder in der Nähe desselben, gewöhnlich auch in den Zellen des Quarzes, in denen der Bleiglanz verschwunden ist. Das Vitriolbleierz fand sich nur an einem Stücke mit Bleiglanz, Schwarz- und Rothbleierz (G. Rose) **). Rothbleierz kommt auch auf eine ganz ähnliche Weise auf den Quarzgängen im Granit der *Totschilnaja Gora* bei *Mursinsk*, und in geringer Menge auf der *Bertewaja*

*) Sill. Americ. Journ. (2) T. XIV. P. 341.

**) G. Rose Reise nach dem Ural Bd. I. S. 204 ff.

Gora bei *Nischne-Tagilsk* vor *); es findet sich ferner in einem Quarzgange im Talkschiefer zu *Congonhas do Campo* und in einem talkigen Glimmerschiefer zu *Minas Geraes* in *Brasilien* und zu *Rezbanya* in *Ungarn.*

Melanochroit, in kleinen Parthien zu *Beresowsk* auf Bleiglanz mit Rothbleierz, von dem er gewöhnlich bedeckt oder auch ganz umhüllt ist, ist $\frac{2}{3}$ chromsaures Bleioxyd.

Vauquelinit, eben daselbst meist allein oder mit Roth- und Grünbleierz auf Klüften in Granit, auch auf Quarz aufgewachsen, besteht aus 6 At. Chromsäure, 6 At. Bleioxyd und 3 At. Kupferoxyd.

G. Rose's Beschreibung zeigt unzweifelhaft den Ursprung des Bleioxyd aus zersetztem Bleiglanz, dessen Schwefel sich auch als seltener Begleiter des Rothbleierzes findet. Die Vermuthung liegt nahe, dafs derselbe zuerst in kohlensaures Bleioxyd umgewandelt (S. 1314) und aus diesem nicht blofs das chromsaure, sondern auch das phosphorsaure und vanadinsaure Bleioxyd gebildet wurde. Das Vorkommen von Malachit und Kupferlasur in Begleitung des Rothbleierzes begründet die Vermuthung, dafs diese Carbonate das Material für die Bildung des Vauquelinit gleichfalls geliefert haben. Da sich das Chrom in so vielen Mineralien stets nur als Chromoxyd oder auch als Chromoxydul findet: so ist zu vermuthen, dafs die Chromsäure vom Chromoxyd abstamme. Dafs zu *Beresowsk* Oxydationsprocesse von Statten gehen, zeigt die Zersetzung des Bleiglanzes und des Eisenkieses, und das im Grünbleierz vorhandene Chromoxyd thut dar, dafs das Material zur Bildung von Chromsäure nicht gefehlt habe.

Die künstlichen Processe zur Darstellung des chromsauren Kali aus Chromeisen in der Glühhitze sind nicht denkbar im Mineralreiche. Da aber die Oxydation des Chromoxydul im Chromeisen in erhöhter Temperatur schnell erfolgt: so ist zu vermuthen, dafs sie durch einen lang anhaltenden Oxydationsprocefs auch auf nassem Wege von Statten gehen werde. Alle Eisenoxydul-Verbindungen im Mineralreiche sind einer allmäligen Oxydation unterworfen, mehrere Analysen von Chromeisensteinen lassen auf

*) Ebend. S. 437 und 322.

die Gegenwart von Eisenoxyd schliefsen, Rivot will sogar im Chromeisen von *Baltimore* blofs Eisenoxyd gefunden haben. Es ist kaum zweifelhaft, dafs vorhandenes Eisenoxyd von einer theilweisen höheren Oxydation des Oxydul herrührt, und in diesem Falle könnte auch das Chromoxyd vom Oxydationsprocesse ergriffen worden sein, (welche zu *Beresowsk* im grofsen Umfange statt hatten) und sich in Chromsäure umgewandelt haben. Aus chromsaurem Eisenoxyd zieht aber Wasser die Chromsäure aus. Da nun Gewässer, durch Granit dringend, welcher in Zersetzung begriffen ist, kohlensaure und kieselsaure Alkalien aufnehmen: so bilden sich in ihnen, wenn sie in Berührung mit zersetztem Chromeisen kommen, chromsaure Alkalien; mithin diejenigen Salze, deren wir uns zur Darstellung des chromsauren Bleioxyd bedienen. Nach meinen Versuchen reagirt chromsaures Kali auf eine Lösung von kohlensaurem Bleioxyd in kohlensaurem Wasser so stark, dafs sogleich eine intensiv gelbe Färbung eintritt *).

*) Saures kohlensaures Bleioxyd ist löslicher als schwefelsaures, phosphorsaures, chromsaures und molybdänsaures Bleioxyd und Schwefelblei; denn phosphorsaure, chromsaure und molybdänsaure Alkalien trüben die Lösung des kohlensauren Bleioxyd in kohlensaurem Wassser. Schwefelsaures Natron brachte nach 8 Stunden und eine Gypslösung selbst nach 48 Stunden keine Trübung in dieser Lösung hervor; wohl aber Schwefelsäure nach einiger Zeit unter Entwicklung von Kohlensäure. Die Schwerlöslichkeit der genannten Bleisalze nimmt in der Ordnung zu, in welcher sie hier aufgeführt sind. Es stellte sich bei diesen Versuchen heraus, dafs phosphorsaure, chromsaure und molybdänsaure Alkalien eben so empfindliche Reagentien auf Bleisalze sind, als Schwefelwasserstoffgas. Die Verbindungen dieser Säuren mit Bleioxyd sind daher eben so schwerlöslich (oder nach chemischen Begriffen unlöslich) wie Schwefelblei.

Da gerade die schwerlöslichsten Bleisalze im Mineralreiche vorkommen: so ist diefs ein neuer Beweis (wenn ja noch weitere Beweise nöthig sein sollten), dafs diese Salze auf nassem Wege gebildet wurden; denn wären sie pyrogene Bildungen: so würde nicht einzusehen sein, warum sich gerade das Bleioxyd mit diesen Säuren verbunden haben sollte. Die Verwandtschaften auf feuerflüssigem Wege hängen von ganz anderen Bedingungen ab, als die auf nassem Wege.

Nach diesen Ansichten würde die Bildung des Rothbleierzes, des Melanochroit und des Vauquelinit an die Gegenwart von Chromeisen, von Mineralien, welche alkalische Silicate enthalten, und von Bleiglanz, welcher in der Umwandlung in kohlensaures Bleioxyd begriffen ist, geknüpft sein. Das seltene Zusammentreffen dieser Bedingungen bedingt das seltene Vorkommen der chromsauren Metalloxyde.

M. Vanadinsaure Metalloxyde.

Dechenit, von *Nieder-Schlettenbach* in *Rheinbaiern*, ist $\frac{I}{I}$ vanadinsaures Bleioxyd (Krantz, Bergemann). In der Nähe dieses Fundorts kommt auf Klüften im Sandstein der Aräoxen vor, der 48,7 Bleioxyd und 16,32 Zinkoxyd mit Vanadinsäure und Arseniksäure enthält (v. Kobell).

Vanadinblei, auf Erzgängen in *Mexico*, auf Quarzgängen im Granit (Beresowsk und Doran in *Irland*), auf Gängen in Grauwacke mit Zink- und Bleierzen in *Schottland*, besteht aus 74,00 basisch vanadinsaurem Bleioxyd und 25,33 basischem Hornblei (Berzelius). Damour fand in diesem Erz 6,35 Zinkoxyd und 2,96 Kupferoxyd, welche aber nicht an Vanadinsäure gebunden zu sein scheinen.

Vanadinkupferbleierz, in Höhlungen im derben Buntbleierz in *Chile*, würde für eine Verbindung aus vanadinsaurem Bleioxyd, vanadinsaurem Kupferoxyd mit phosphorsaurem und arseniksaurem Bleioxyd zu halten sein, wenn es nicht ein Gemeng sein sollte (Domeyko).

Nach Kersten *) enthält der *Mansfelder* Kupferschiefer kleine Mengen Vanadin, ob als Oxyd oder als Säure, ist schwer zu ermitteln.

Volborthit, von *Syssersk* und *Nischne-Tagilsk* **), enthält Vanadin und Kupfer, und ist daher wahrscheinlich vanadinsaures Kupferoxyd (Hess).

*) Poggend. Annal. Bd. LIII. S. 385.

**) Nach Planer ist er ziemlich häufig in der Permischen Formation *Rußlands*; bisweilen färbt er den Sandstein gelbgrün, öfter bildet er einen Anflug auf Klüften, in versteinerten Holzstämmen u. s. w. Naumann's Mineralogie 1852. S. 207.

Kalkvolborthit, mit Psilomelan zu *Friedrichsrode* am *Thüringerwald*, besteht aus vanadinsaurem Kupferoxyd und vanadinsaurem Kalke mit geringen Mengen von vanadinsaurer Magnesia, Manganoxydul und Wasser (Credner). Nach demselben ist er ein Zersetzungsproduct von Mangankupfererz, welches in vanadinsaures Kupferoxyd und Hausmannit zerfällt.

Hydrophit, von *Taberg* in *Smaland*, enthält 0,115 Vanadinsäure. Dieses mit dem Serpentin verwandte Mineral ist mit einem vanadinsauren und thonerdehaltigen Mineral gemengt (Svanberg).

Die Vanadinsäure ist sehr geneigt, Verbindungen mit Kupferoxyd und Kalk einzugehen. Diefs zeigt auch der Konichalcit aus *Andalusien* (Breithaupt), welcher wesentlich aus arseniksaurem und phosphorsaurem Kupferoxyd besteht, der aber aufserdem 1,78 Vanadinsäure enthält (Fritzsche), welche entweder mit Kalk oder Kupferoxyd verbunden sein mag.

Vanadin, wahrscheinlich als Säure, findet sich in kleinen Mengen im Eisenerz von *Taberg* (Sefström), im Bohnerz von *Steinlade* am *Harz* (Bodemann) *), von *Tuttlingen* und *Wasseralfingen* (A. Müller) **) und in den Eisenerzen des *Erzberges* in *Steiermark*, im Serpentin von *Zöblitz* (Ficinus) und im dichten Psilomelan von *Friedrichsrode* ungefähr 0,6 (Credner).

N. Antimonsaure Metalloxyde.

Antimonsaures Antimonoxyd (s. Antimonocher). Ob aufser diesem Antimoniat noch andere existiren, ist noch nicht ausgemacht. Die sogenannte Bleiniere von *Nertschinsk* soll zwar, nach Hermann, wasserhaltiges basisch antimonsaures Bleioxyd sein; da sie aber amorph ist und unter verschiedenen Farben erscheint: so hält sie Volger***) blofs für ein Gemeng. Wahrscheinlich besteht sie aus antimonsaurem Antimonoxyd gemengt mit Bleioxyd.

*) Poggend. Annal. Bd. LV. S. 633.

**) Journ. f. pract. Chemie. Bd. LVII. S. 124.

***) A. a. O. S. 73.

Romeit, in kleinen Nestern und Adern mitten in den Gangarten von Manganerz zu *St. Marcel* in *Piemont*, besteht aus 79,31 antimoniger Säure, 16,67 Kalk, 2,6 Manganoxydul und 1,2 Eisenoxydul, und könnte daher für antimonigsaures Kalk-Manganoxydul-Eisenoxydul gehalten werden (Damour). Ob aber das Antimon wirklich als antimonige Säure vorhanden ist, läfst er selbst unentschieden. Da zur Analyse nur 0,47 Grm angewendet und die Gangmasse nicht vollständig abgesondert werden konnte: so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs die Basen von dieser herrührten. Es könnte daher wohl sein, dafs der Romeit blofs Antimonocher wäre.

Ein neues nicht näher beschriebenes Mineral aus den Gruben von *Jarilla* besteht, nach Domeyko *), aus 38,28 Antimonsäure, 25,14 Quecksilberoxyd, 17,44 Kupferoxyd und 19,14 Wasser, nach Abzug der Beimengungen. Es war dem Mineral ein Handstück von reinem antimonsauren Quecksilberoxyd von gleichem Fundorte beigegeben, welches jenem, nach Dufrenoy, öfters sichtbar beigemengt sein soll. Die Frage bleibt also offen, ob das analysirte Mineral als eine chemische Verbindung oder nur als Gemeng beider Antimoniate zu betrachten ist. Scheint es zwar unzweifelhaft, dafs beide Antimoniate wirklich existiren: so wollen wir doch das Nähere hierüber, und ob es krystallinisch oder amorph ist, abwarten. Da die Gangart Eisenkies und Fahlerz ist: so scheint wenigstens so viel gewifs, dafs das neue Mineral aus der Zersetzung des letzteren, sofern es quecksilberhaltig ist, hervorgegangen sein möchte.

O. Arseniksaure Salze.

Pharmakolith, in Klüften und Höhlungen von Erzgängen, begleitet von gediegenem Arsenik, Kobalt- und anderen Erzen, auch in alten Gruben, wo er sich noch bildet, ist ½ arseniksaurer Kalk mit Krystallwasser (Klaproth, Rammelsberg). Von seiner möglichen Bildung durch Zersetzung von Würfelerz war schon die Rede (Bd. II. S. 1354). Wird die Oxydation des Arsenik zu Arseniksäure nur durch die Verwandtschaft

*) Compt. rend. T. XXXV. P. 50.

der sich darbietenden Basen zu dieser Säure veranlafst (s. Arseniksäure): so ist zu erwarten, dafs ein Arsenikmetall, welches mit Wasser, Sauerstoff und kohlensauren Kalk enthaltend, in Berührung kommt, die Bedingungen zur Bildung von arseniksaurem Kalk darbieten werde. Der Pharmakolith ist nicht selten durch arseniksaures Kobaltoxydul roth gefärbt, der Pykropharmakolith enthält 1 Proc. Kobaltoxydul (Stromeyer), der Roselit besteht aus Arseniksäure, Kobaltoxyd, Kalk, Magnesia und Wasser (Children), ein Mineral, bei *Schneeberg* mit Speifskobalt vorkommend, ist Kobaltblüthe, welche 8 Proc. Kalkerde enthält (Kersten); Kalk und Kobaltoxydul finden sich also nicht selten in gemeinschaftlicher Verbindung mit Arseniksäure. Die Bildung der Kobaltblüthe, vorzugsweise aus Speifskobalt ist nachgewiesen (S. 1952); kommen damit während seiner Oxydation kalkhaltige Gewässer in Berührung: so tritt der Kalk mit in die Mischung. Da endlich bei der Oxydation des Speifskobalt arsenige Säure gebildet wird: so ist denkbar, dafs diese in Berührung mit solchen Gewässern sich höher oxydirt und die Bildung des Pharmakolith veranlafst, dessen geringer Gehalt an Kobaltoxydul den wahrscheinlichen Ursprung aus Speifskobalt andeutet, wofür auch das häufige Zusammenvorkommen des letzteren mit ersterem spricht.

Arsenige Säure bildet sich bei der Zersetzung vieler Arsenikverbindungen; sie zersetzt den im kohlensauren Wasser aufgelösten kohlensauren Kalk *); arsenigsaurer Kalk bildet sich daher, wenn kalkhaltige Gewässer mit der durch jene Zersetzungsprocesse gebildeten arsenigen Säure in Berührung kommen. Gleichwohl findet sich im Mineralreiche kein arsenigsaurer Kalk; die Vermuthung liegt daher nahe, dafs sich dieser in arseniksauren Kalk umwandelt.

Sillem **) beschreibt eine Pseudomorphose von Phar-

*) Als ich Stückchen arseniger Säure in eine Lösung von saurem kohlensauren Kalk in einem verschlossenen Glase brachte, und es zufällig mehrere Wochen lang stehen blieb, hatte sich die Säure gröfstentheils aufgelöst. Nachdem die Lösung bis zur Trockne abgedampft, und der Rückstand wieder in Wasser aufgeweicht worden, trübte oxalsaures Ammoniak die filtrirte Flüssigkeit ziemlich stark.

**) Nachtrag II. S. 92.

makolith nach Realgar. Dieser ist in eine weiche, mehr oder weniger erdige Pharmakolith-Masse völlig umgewandelt, und die pseudomorphen Krystalle sind damit theils ganz erfüllt, theils zeigen sie hohle Räume. Blum zählt diese Pseudomorphosen zu den Verdrängungspseudomorphosen. Der Umstand aber, dafs sie auf Kalk liegen und dafs sich Realgar theilweise leicht zu arseniger Säure oxydirt (S. 1936), giebt auch hier der Vermuthung Raum, dafs der unterliegende Kalk die höhere Oxydation zu Arseniksäure prädisponirt, und dafs mithin in diesem Falle der Pharmakolith eine Umwandlungspeudomorphose ist.

Kobaltblüthe, auf Lagerstätten anderer Kobalterze ist $\frac{1}{3}$ arseniksaures Kobaltoxyd mit 8 At. Wasser (Kersten) (S. 1952).

Nickelocher, auf Lagerstätten anderer Nickelerze, besonders mit Arseniknickel, aus dessen Zersetzung er wohl meist entstanden ist, ist $\frac{1}{3}$ arseniksaures Kobaltoxyd mit 8 At. Wasser (Berthier, Stromeyer, Kersten) (S. 1950).

Würfelerz, auf Kupfererz-, Quarz- und Brauneisenstein-Gängen, auf einem Kieslager im Glimmerschiefer, im körnigen Kalk mit Arsenikkies und auf Drusenräumen im Gneifs mit anderen Kiesen, besteht aus 1 At. Arseniksäure, 1 At. Eisenoxyd, 1 At. Eisenoxydul und 6 At. Wasser mit 0,65 Kupferoxyd (Berzelius). Die kleinen cubischen Krystalle im faserigen Brauneisenstein von *Horhausen* (Beudantit) sollen nach Percy ein Gemeng aus Bleivitriol und Würfelerz sein; Rammelsberg zeigt aber, dafs diefs nicht sein kann. Das Würfelerz wandelt sich in Brauneisenstein um (Bd. II. S. 1353).

Skorodit, auf einem Quarz- und Hornstein-Lager, auf quarzigem Brauneisenstein, auf Eisenspalh-Lagern und auf Zinnerz-Lagerstätten, besteht aus 1 At. Arseniksäure, 1 At. Eisenoxyd und 4 At. Wasser (Berzelius, Boussingault, Damour). Dieselbe Zusammensetzung hat auch der Eisensinter von *Nertschinsk* (Hermann). Der Skorodit wandelt sich gleichfalls in Brauneisenstein um (Bd. II. S. 1354).

Eisensinter, ein Zersetzungsproduct von Arsenik- und Eisenkies in alten Gruben, besteht aus Arseniksäure, Schwefelsäure, Eisenoxyd und Wasser. Die Schwefelsäure läfst sich schon durch Wasser ausziehen (Stromeyer, Rammelsberg) und kann daher kein wesentlicher Bestandtheil sein. Auch die

Mengen der Arseniksäure, des Eisenoxyd und des Wassers schwanken sehr (Stromeyer, Laugier, Kersten, Rammelsberg); der Eisensinter kann daher nur ein Gemeng verschiedener Salze sein, wie diefs auch sein Ursprung andeutet.

Zinkarseniat, ein weifser oder rother, der Kobaltblüthe ähnlich krystallisirter Sinter aus der Grube *Daniel* bei *Schneeberg*, ist $\frac{1}{3}$ arseniksaures Zinkoxyd mit 8 At. Wasser, worin ein Theil Zinkoxyd durch Kobalt- und Nickeloxydul vertreten ist (Köttig).

Kupferglimmer, mit anderen Kupfererzen zu *Redruth* in *Cornwall*, ist $\frac{1}{8}$ (?) arseniksaures Kupferoxyd mit 12 At. Wasser (Chenevix).

Erinit, mit Olivenit zu *Limerick* in *Irland*, ist $\frac{1}{5}$ (?) arseniksaures Kupferoxyd mit 2 At. Wasser und 1,77 Thonerde (Turner).

Euchroit, in quarzigem Glimmerschiefer zu *Libethen* in *Ungarn*, ist $\frac{1}{4}$ arseniksaures Kupferoxyd mit 7 At. Wasser (Turner).

Kupferschaum, auf Lagern und Gängen ist $\frac{1}{5}$ arseniksaures Kupferoxyd mit 10 At. Wasser und 1 At. kohlensaurem Kalk (v. Kobell). Da letzterer in den reinsten Stücken vorkommt, so scheint er wesentlich zu sein.

Linsenerz, auf Kupfererzgängen mit Olivenit, ist wasserhaltiges $\frac{1}{4}$ arsenik- und phosphorsaures Kupferoxyd, worin auf 4 At. Arseniksäure 1 At. Phosphorsäure kommt, mit wahrscheinlich beigemengtem Thonerde- und Eisenoxydhydrat (Trolle-Wachtmeister).

Olivenit, ist wasserhaltiges $\frac{1}{4}$ arsenik- und phosphorsaures Kupferoxyd, worin auf 6 At. Arseniksäure 1 At. Phosphorsäure kommt (v. Kobell, Richardson).

Strahlkupfer ist theils arseniksaures Kupferoxyd, theils arseniksaures Kupferoxyd-Eisenoxydul (Chenevix).

P. Kohlensaure Metalloxyde.

Diese Salze bilden sich durch Zersetzung kieselsaurer Metalloxyde mittelst Kohlensäure, und anderer Metallsalze mittelst der Carbonate der Alkalien und alkalischen Erden, wenn letztere in kohlensaurem Wasser gelöst sind. Ob sie sich un-

mittelbar durch Zersetzung von Schwefelmetallen mittelst Kohlensäure bilden können, oder ob nicht in allen Fällen dieser Zersetzung eine Oxydation, mithin eine Umwandlung in schwefelsaure Metalloxyde vorausgeht, ist nicht zu entscheiden. Letzteres ist aber am wahrscheinlichsten.

Eisenspath, auf Gängen und Lagern allgemein verbreitet (S. 1325 ff.), ist $\frac{\text{I}}{\text{I}}$ kohlensaures Eisenoxydul.

Manganspath, auf Erzgängen mit Blende, Eisenkies, Quarz u. s. w. (S. 1366), ist $\frac{\text{I}}{\text{I}}$ kohlensaures Manganoxydul.

Zinkspath, auf stehenden oder liegenden Stöcken, in Nestern und Drusenräumen im Uebergangskalk, Muschelkalk und auf Erzgängen, häufig in Begleitung mit Kieselzink und im Bitterspath vom *Altenberg* bei *Aachen*, 1,4 (Monheim) und theilweise von sehr neuer Bildung (S. 1195), ist wasserfreies $\frac{\text{I}}{\text{I}}$ kohlensaures Zinkoxyd (Smithson, Berthier, v. Kobell, Monheim, Schmidt, Heidingsfeld). Er enthält manchmal Carbonate von Blei (1,12) Eisenoxydul (bis 53, Eisenzinkspath) von Manganoxydul (bis 6,8) und geringe Mengen von Kalk- und Magnesiacarbonat, auch manchmal Kieselzink (bis 2,5). Zinkspath kann aus der Zersetzung des Kieselzinks hervorgehen (S. 1882). Die Beimischung geringer Mengen Kieselzink spricht für diese Entstehung. Dafs mancher Zinkspath auch aus zersetzter Blende entstanden ist, scheint nicht zweifelhaft (S. 1199). Von seiner Bildung aus schwefelsaurem Zinkoxyd durch Kalkbicarbonat siehe S. 1202. Endlich kann sich auch Zinkspath in Kieselzink umgewandelt haben (S. 1204).

Zinkspath verdrängt Kalkspath (S. 1191 ff. und 1196 ff.) und wird verdrängt durch Quarz (S. 1305) und Pyrolusit. Die Zinkspathkrystalle sind mit einer Rinde von Pyrolusit überzogen; in vielen ist das kohlensaure Zinkoxyd ganz verschwunden, und die Pseudomorphosen sind hohl; manchmal sitzt auch noch ein Kern von Zinkspath im hohlen Raume. Gewässer, Manganbicarbonat enthaltend, haben Manganoxyd abgesetzt, welches durch Oxydation in Pyrolusit übergegangen ist, und dagegen das kohlensaure Zinkoxyd fortgeführt. Da sich 1 Th. Kieselzink in 3692 Th. kohlensaurem Wasser auflöst (S. 1882): so kann der Zinkspath keine gröfsere Menge zur Lösung fordern; wahrscheinlich löset er sich in einer geringeren Menge.

Zinkblüthe, von seltenem Vorkommen mit Zinkspath, ist für kohlensaures Zinkoxyd mit Zinkhydrat zu halten (S. 1883).

Aurichalcit, auf einigen Kupfergruben im *Altai*, besteht aus wasserhaltigem kohlensauren Zinkoxyd und kohlensauren Kupferoxyd in veränderlichen Verhältnissen; das erstere Carbonat ist jedoch stets das vorwaltende. (Berzelius, Böttger, Connel). Der Wassergehalt ist dem kohlensauren Kupferoxyd zuzutheilen, und dann erscheint der Aurichalcit als ein Gemeng aus Zinkspath und Malachit. Einige Aurichalcite enthalten 2,2—8,6 Kalk, welche daher aus drei Carbonaten bestehen (Delesse).

Malachit, mit anderen Kupfererzen häufig auf Gängen und Lagern; in den Kupferwerken am *Altai* wurden Massen von mehr als 4000 Pfd. gefunden. An verschiedenen Stellen am *Lake Superior* findet er sich als ein Oxydationsproduct des gediegenen Kupfers, auch in Höhlungen im Mandelstein daselbst (Foster und Whitney). Er besteht aus gleichen Atomen $\frac{\text{I}}{\text{I}}$ kohlensaurem Kupferoxyd und Kupferoxydhydrat.

Kupferlasur kommt nicht so häufig mit anderen Kupfererzen auf Gängen und Lagern vor. Sie besteht aus 2 At. $\frac{\text{I}}{\text{I}}$ kohlensaurem Kupferoxyd und 1 At. Kupferoxydhydrat.

Der Malachit scheint meist durch Zersetzung von schwefelsaurem Kupferoxyd, entstanden durch Oxydation von Schwefelkupfer, mittelst Kalkbicarbonat gebildet worden zu sein (S. 1202). Er findet sich in Formen von Kupferlasur, am schönsten zu *Chessy* unweit *Lyon*. Man kann diese Umwandlung von ihrem Beginnen bis zu ihrer Vollendung verfolgen. Sie beginnt gewöhnlich da, wo der Krystall aufgewachsen ist, breitet sich im Innern aus und ergreift erst später und zuletzt die Oberfläche. Der Malachit ist stets faserig; die Flächen der Krystalle sind daher rauh *).

H. Rose's Untersuchungen **) haben über die Bildung

*) Blum die Pseudomorphosen S. 215. G. Rose (Reise nach dem Ural Bd. I. S. 409 ff.) beschreibt schon früher Malachit-Pseudomorphosen aus den *Turjinschen* Kupfergruben im *Ural*; er liefs es aber unbestimmt, aus welchem Kupfererz sie hervorgegangen waren.

**) Poggendorff's Annal. Bd. LXXXIV. S. 466 ff.

des Malachit und der eben genannten Pseudomorphosen Licht verbreitet. Bei der Zersetzung des schwefelsauren Kupferoxyd durch kohlensaure Alkalien bilden sich vorzugsweise dem Malachit ähnliche Verbindungen. Die Verwandtschaft zwischen dem kohlensauren Kupferoxyd und dem Kupferoxydhydrat in dem Verhältnisse, wie im Malachit, ist keine ganz unbedeutende, da alle Fällungen aus concentrirten oder verdünnten Lösungen in der Kälte, wenigstens nach längerem Stehen oder nach dem Auswaschen, wesentlich die Zusammensetzung des Malachit haben. Die ihm ähnlichste Verbindung erhielt er durch Mischung von gleichen Atomen krystallisirtem schwefelsauren Kupferoxyd und krystallisirtem kohlensauren Natron in 60 Th. kalten Wassers gelöst I. Der Niederschlag war blau und voluminös, wurde aber nach 30 Stunden dichter und nahm eine grünliche Farbe an *); II ist die berechnete Zusammensetzung des Malachit, III die der Kupferlasur. Beide stimmen sehr nahe mit den Analysen dieser Mineralien.

	I		II		III
Kupferoxyd .	70,90	2 At.	71,87	3 At.	69,09
Kohlensäure .	19,46	1 At.	19,96	2 At.	25,69
Wasser . .	9,64	1 At.	8,17	1 At.	5,22
	100,00		100,00		100,00

Schwefelsaures Kupferoxyd findet sich in Gewässern, welche aus Kupferbergwerken kommen, nicht selten. Kommen solche Gewässer mit anderen zusammen, welche kohlensaure Alkalien enthalten: so ist die Möglichkeit gegeben, dafs sich Malachit auf gleiche Weise im Mineralreiche wie im Laboratorium bilden kann. Da H. Rose fand, dafs die Niederschläge aus verdünnten Lösungen etwas mehr Kohlensäure

*) Bei der Darstellung solcher Niederschläge aus Mischungen, in denen die Salze nur in 6 Th. kalten Wassers gelöst waren, zeigten die blauen Niederschläge, wenn sie nach einiger Zeit umgerührt wurden, eine starke Kohlensäure-Entwickelung, und sie wurden nach dem Auswaschen mit kaltem Wasser dichter und grün.

enthalten, als aus verdünnten, und da die Lösungen im Mineralreiche jeden Falls sehr verdünnt sind: so würde in den Niederschlägen aus denselben die Kohlensäure etwas mehr und das Wasser etwas weniger betragen als in I; in diesem Falle würde daher die Mischung in I noch näher der in II kommen. Bei der Zersetzung des Kupferchlorid (mithin ohne Zweifel auch des schwefelsauren Kupferoxyd) durch kohlensauren Kalk entsteht ein Carbonat von der Zusammensetzung des Malachit *); daher wäre auch auf diese Weise die Bildung von Malachit zu denken. Es erscheint indefs sehr zweifelhaft, dafs er durch eine solche Zersetzung, wenigstens gewifs nur in sehr seltenen Fällen, entstanden ist.

Die Bildung des Malachit aus kohlensaurem Kupferoxyd, welches in Gewässern aufgelöst war, durch Versuche zu ermitteln, ist sehr schwierig; denn als ich kohlensaures Kupferoxyd, aus schwefelsaurem Kupferoxyd durch etwas im Ueberschusse zugesetztes kohlensaures Natron dargestellt und sorgfältigst ausgewaschen, in Wasser einrührte, durch welches vier Tage lang Kohlensäure geleitet wurde, erhielt ich nach dem Abdampfen einen Rückstand von der Zusammensetzung

Kupferoxyd . .	70,80
Kohlensäure . .	15,40
Wasser . .	13,80
	100,00

Ohne Zweifel hatte die bedeutende Menge Wassers, während des lange anhaltenden Abdampfens, nicht blofs die halb gebundene Kohlensäure, wenn das Kupferoxydsalz, wie wahrscheinlich, als Bicarbonat aufgelöst war, sondern auch noch 4,56 von der ganz gebundenen Kohlensäure fortgetrieben, und 5,63 Hydratwasser waren an deren Stelle getreten, ohne dafs sich der ursprüngliche Gehalt an Kupferoxyd verändert hatte.

Aus 9388 Th. Lösung des Kupfersalzes wurde 1 Th. Rückstand von der angegebenen Zusammensetzung erhalten. Diese verhältnifsmäfsig leichte Löslichkeit des kohlensauren

*) Senarmont in Ann. de chim. et de phys. (3) T. XXXII. p. 129.

Kupferoxyd in kohlensaurem Wasser beseitigt, wenn auch solche Lösungen in gesättigtem kohlensauren Wasser im Mineralreiche gewifs nur sehr selten entstehen werden, jede Schwierigkeit, sich den Absatz des Malachit auf solche Weise zu denken. Das ausgezeichnet schöne Malachit-Postament einer Uhr in den Zimmern der Königin von *Preufsen* auf *Stolzenfels* (ein Geschenk der Kaiserin von *Rufsland*, mithin aus dem Lande der ausgezeichnetesten Malachite), seine zarten Streifen wie in Carlsbad's Sprudelsteinen, ihre winkligen Biegungen, wie in den Festungs-Achaten, zeigt, wie alle solche Malachite, die Bildung aus wässrigen Lösungen, und unzweifelhaft aus Kupferbicarbonat auf die anschaulichste Weise.

Die künstliche Darstellung der Kupferlasur ist bis jetzt noch nicht geglückt. Es ist nicht einmal wahrscheinlich, dafs sich diese Verbindung beim Durchleiten von Kohlensäure durch Wasser, worin kohlensaures Kupferoxyd suspendirt ist, bildet; denn während des langen Durchströmens im vorhin angeführten Versuche hatte sich die grüne Farbe der schwebenden Theile nicht im mindesten verändert. Welches Carbonat in kohlensaurem Wasser gelöst wird, läfst sich, nach obigen Bemerkungen nicht bestimmen.

Die blaue Farbe der Niederschläge aus kalten Lösungen von Kupferoxydsalzen durch $\frac{1}{1}$ und $\frac{2}{1}$ kohlensaures Natron rühren nach H. Rose nicht von einer, der Kupferlasur ähnlichen Zusammensetzung her, sondern vielleicht, wenigstens zum Theil, von einer Verbindung des kohlensauren Kupferoxyd mit kohlensaurem Natron, die aber durch das Abwaschewasser zersetzt wird, wodurch die Malachit-Mischung entsteht und die blaue Farbe verloren geht. In der Kupferlasur von *Chessy* kann die blaue Farbe nicht von kohlensauren Alkalien herrühren; denn er fand darin keine Spur davon *).

*) Bemerkenswerth ist, dafs der Malachit und die Kupferlasur erst in etwas höheren Temperaturen, als die künstlichen Verbindungen des kohlensauren Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat zersetzt werden. Diefs ist ein neuer Beweis, dafs die Verwandtschaft zwischen den Bestandtheilen der unorganischen Verbindungen zunimmt, wenn dieselben ein hohes Alter erreichen, und dafs

Auf welche Weise die Kupferlasur im Mineralreiche entstanden ist, bleibt auch nach vorstehenden Untersuchungen noch ein Räthsel. Aber die Pseudomorphose des Malachit nach Kupferlasur findet ihre Analogie in der Umwandlung der blauen Niederschläge in künstlichen Malachit durch Wasser. H. Rose fand zwar, dafs sich die Farbe der gepülverten Kupferlasur, welche 3 Monate lang mit Wasser in Berührung war, nicht im mindesten verändert hatte; allein $\frac{1}{4}$ Jahr ist nur ein geologisches Differential. Wird Kupferlasur Jahrhunderte oder Jahrtausende lang mit Wasser benetzt: so möchte wohl der theilweise Austausch zwischen Wasser und Kohlensäure eintreten. Der Umstand, dafs die Umwandlung gewöhnlich da beginnt, wo die Krystalle in Drusenräumen aufgewachsen sind, scheint anzudeuten, dafs an dieser Stelle die herabträufelnden Gewässer stagnirt haben. Nach der Rechnung vermindert sich die Masse bei der Umwandlung der Kupferlasur in Malachit um 2,8, und da beide nahe gleiches spec. Gewicht haben: so beträgt die Verminderung des Volumens nahe ebenso viel. Hieraus erklärt sich die kleine Höhlung, welche G. Rose und Blum in den pseudomorphen Krystallen meist beobachtet haben.

Malachit kommt in Formen von Kupferkies vor *). Da aber dessen Form sehr selten erhalten ist: so scheint die Umwandlung mehr bei derben Massen, als bei Krystallen statt gefunden zu haben. Die pseudomorphen Krystalle sind in ihrem Innern mit erdigem Brauneisenstein oder mit erdigem Ziegelerz erfüllt, und hier und da finden sich noch unzersetzte Theilchen von Kupferkies. Da Eisenocher so häufig den Malachit begleitet, da in jenem, wie in *Sibirien*, ganze Malachit-Massen gefunden werden: so ist deren Entstehung auf solche Weise sehr wahrscheinlich.

Der Kupferkies giebt durch Oxydation 43,18 Kupferoxyd und 43,52 Eisenoxyd. Jenes giebt 60,08 Malachit,

daher ihre Zersetzbarkeit (auch ihre Löslichkeit) abnimmt, wie diefs namentlich die natürlichen Silicate des Mineralreichs so auffallend zeigen.

*) Blum a. a. O. S. 218. und Nachtrag I. S. 117.

dieses 51,03 Eisenoxydhydrat; daher findet bei dieser Umwandlung eine Gewichtszunahme von 11,11 statt. Da die spec. Gewichte des Malachit und des Brauneisensteins etwas kleiner als das des Kupferkieses sind: so beträgt die Volumen-Zunahme noch etwas mehr als 11,11. Bei der Oxydation des Kupferkieses wird der Schwefel zu Schwefelsäure. In einem Malachit, der auf Schwefelkupfer safs, und höchst wahrscheinlich aus demselben entstanden war, fand H. Rose keine Spur von Schwefelsäure; sie war daher während der Umwandlung fortgeführt worden. Wie es geschehen konnte, dafs diese starke Säure fortgeführt wurde, und dagegen die schwache Kohlensäure an ihre Stelle trat, läfst sich nur durch die Annahme begreifen, dafs die Gewässer, welche den Kupferkies oxydirten, neben Sauerstoff ein alkalisches oder erdiges Bicarbonat (Bestandtheile, die so sehr häufig in ihnen vorkommen) enthielten. In diesem Falle ergriffen die Alkalien oder alkalischen Erden die Schwefelsäure und das Kupferoxyd die durch Zersetzung der Carbonate frei gewordene Kohlensäure (S. 1202). Enthielten die Gewässer Kalkbicarbonat: so konnte sich kein Gyps abscheiden; denn dieser ist leichtlöslicher als jenes; er wurde daher von ihnen fortgeführt. Geschah es, dafs sich bei diesem Pocefs nicht alles Kupferoxyd mit Kohlensäure verband: so schied sich etwas Ziegelerz (ein Gemeng aus Kupferoxyd und Eisenocher) ab. Nahm etwas Kupfer- und Eisenoxyd einen Theil der gebildeten Schwefelsäure auf: so wurden sie als lösliche Salze fortgeführt, und in diesem Falle würde keine Volumen-Zunahme statt gefunden haben. Merkwürdig ist bei dieser Umwandlung die gänzliche Ausscheidung des Eisens; denn die Analysen des Malachit weisen keine Spur von Eisen nach.

Das Vorkommen von sehr kleinen Kupferlasurkrystallen und faserigem Malachit in Pseudomorphosen von Brauneisenstein nach Eisenspath (S. 1343) zeigt, dafs auch bei der Zersetzung des Kupferkieses kohlensaures Kupferoxyd fortgeführt wird.

Die Bildung von Malachit aus zersetzten Fahlerzen zeigt ihn in den schönsten und deutlichsten Formen des Antimon-Fahlerzes im Drusenraume eines Dolomit aus dem Zechstein

von *Bieber* *). Das Innere der Krystalle ist dicht, manchmal etwas schuppig oder schiefrig. Auch das derbe Fahlerz zeigt eine beginnende Veränderung; denn nach allen Richtungen ist es von höchst feinen Sprüngen durchzogen, in denen sich schon Malachit gebildet hat. Die Umwandlung der Krystalle fand in demselben Drusenraume in sehr ungleichem Grade statt: einige sind vollständig umgewandelt, in anderen ist der Malachit durch die ganze Masse fein vertheilt. Aussen sind alle diese Krystalle mit einer Rinde von sehr kleinen Bitterspath- oder Kupferlasurkryställchen, häufiger von beiden zugleich und von einer feinen Lage von Brauneisenstein bedeckt. Auch hier zeigt sich, dafs nicht blofs ein Theil des Kupfers, sondern auch des Eisens, mit Kohlensäure verbunden, fortgeführt wurde.

Der gröfste Kupfergehalt im Antimon-Fahlerz ist 42,5, welche 74,08 Malachit liefern. Wurden die übrigen Bestandtheile des Fahlerzes gänzlich fortgeführt: so trat eine Gewichts-Abnahme von 24,92 ein, welche ungefähr einer Volumen-Abnahme von 5 Proc. entspricht. Unter diesen Voraussetzungen würde sich daher die dichte Beschaffenheit der pseudomorphen Krystalle ziemlich genügend erklären. Beim Erhitzen derselben bemerkte Blum auch weder Antimon noch Schwefel. Genauere Aufschlüsse sind nur von Analysen der unveränderten und umgewandelten Krystalle zu erwarten.

Auch Kupferlasur ercheint, nach Haidinger, als ein Umwandlungsproduct des Fahlerzes: jene überzieht als eine krystallinische Haut die Krystalle des letzteren. Blum **) fand unter dieser Rinde theils feine Schnüre von Kupferlasur, und zwischen diesen hohle Räume, theils, und zwar meistens, das Innere von eisenschüssigem Kupfergrün oder von einem Gemenge aus diesem und unveränderten Fahlerztheilchen erfüllt. Er fand auch Fahlerz-Tetraëder aufsen ganz mit Kupferlasurkryställchen bedeckt, innen hohl und zum Theil mit Brauneisenstein erfüllt.

Die bei der Pseudomorphose von Malachit nach Kupfer-

*) Blum Nachtrag I. S. 118.

**) Nachtrag I. S. 120, und Nachtrag II. S. 77.

kies bemerkten Umwandlungsprocesse finden wesentlich auch ihre Anwendung auf die Pseudomorphosen von Malachit und Kupferlasur; nur dafs sie bei diesen, wegen der gänzlichen oder theilweisen Ausscheidung der anderen Bestandtheile des Fahlerzes, verwickelter sind.

Malachit findet sich in Verdrängungs-Pseudomorphosen nach Formen von Kalkspath (S. 1208) und von Weifsbleierz *). Der Malachit überzieht nicht blofs dessen nadelförmigen Krystalle, sondern dringt auch in sie ein und verdrängt das kohlensaure Bleioxyd ganz, obwohl selten. Malachit kommt auch, nach Breithaupt **), in Formen von Kieselzink (Galmei) vor.

Kupferlasur scheint, wie der Malachit, jedoch weit seltener das kohlensaure Bleioxyd zu verdrängen und zu ersetzen. Zu *Ringwechsel* in *Tyrol* findet sich auch eine Verdrängungs-Pseudomorphose von Kupferlasur nach Bitterspath. Sie besteht meist aus Kupferlasur, ist aber im Innern theils hohl, theils enthält sie noch einen Kern von Bitterspath. Auf Bruchflächen ist die Kupferlasur-Rinde in Malachit umgewandelt.

Mysorin von *Mysore* in *Hindostan* scheint ein wasserfreier Malachit zu sein (Thomson).

Kohlensaures Kupferoxyd kommt auch mit anderen Carbonaten in Doppelsalzen vor.

Sogenannter *Kalkmalachit* (S. 1209).

Aurichalcit, amorph, mit Kalkspath und Brauneisenstein auf Kupfergruben im *Altai*, auch zu *Matlock* in *Derbyshire*, ist wasserhaltiges kohlensaures Kupfer-Zinkoxyd, wie es scheint, nicht in bestimmten Mischungsverhältnissen (Böttger, Hermann, Connel). Im Buratit, von *Loktefskoi* am *Ural* und von *Chessy*, kommt zu diesen beiden Carbonaten noch kohlensaurer Kalk (Delesse).

Weifsbleierz, sehr häufig meist auf Gängen, zuweilen auch auf Lagern in sedimentären Kalksteinen und fast stets in Begleitung von Bleiglanz, ist wasserfreies $\frac{1}{1}$ kohlensaures Bleioxyd und frei von anderen Metallen (Klaproth, Bergemann, Schnabel, Wildenstein). Bleierde ist erdiges Weifsbleierz mit Ei-

*) Blum die Pseudomorphosen S. 309.
**) Nachtrag II. S. 139.

senoxydhydrat gemengt (John). Meist hat sich Weifsbleierz durch Zersetzung von Bleiglanz an Ort und Stelle gebildet, oder auch aus Gewässern abgesetzt, welche es bei diesen und anderen Umwandlungsprocessen des Bleiglanzes fortgeführt haben. Kohlensaures Bleioxyd kommt auch in Formen von Bleivitriol (S. 1316 u. 1317) von Leadhillit (S. 1317) von Bleihornerz und von Bleilasur vor (s. dieses). Krug v. Nidda *) beschrieb Pseudomorphosen von kohlensaurem Bleioxyd nach Bleihornerz, welche in grofser Menge im mergeligen Thone, der das Hangende von Galmei-Lagern in *Oberschlesien* bildet, zerstreut lagen. Im Innern findet sich noch ein Kern von Bleihornerz. I ist die Zusammensetzung des dortigen noch nicht umgewandelten Bleihornerzes, II die des umgewandelten nach Gellhorn **).

	I		II
Kohlensaures Bleioxyd .	49,44		98,64
Chlorblei	50,45	Chlor	Spur
Silber	0,005		—
Schwefelsaures Bleioxyd .	—		1,34
	99,895		99,98

I stimmt genau mit andern Analysen, II zeigt, dafs die Umwandlung vollständig erfolgte, nur dafs eine geringe Menge Chlorblei in schwefelsaures Bleioxyd überging.

Da der mergelige Thon etwas kalkhaltig ist: so liegt die Vermuthung nahe, dafs Kalkbicarbonat die Zersetzung des Chlorblei in kohlensaures Bleioxyd bewirkt habe. Die Gewässer mögen aber zugleich etwas Gyps mit sich geführt haben, der die Zersetzung eines Antheils Chlorblei in schwefelsaures Bleioxyd bewirkt hat. Als zu einer Lösung von Kalkbicarbonat eine Lösung von Chlorblei gesetzt wurde, zeigte sich erst nach längerer Zeit eine Trübung. Als dagegen zu einer Lösung von Magnesiabicarbonat eine Chlorblei-Lösung gesetzt wurde, entstand sogleich ein bedeuten-

*) Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. II. S. 126.

**) Chem. pharm. Centralblatt 1853. No. 19. S. 291.

der Niederschlag, der sich, nach sorgfältigem Auswaschen, in Essigsäure unter Aufbrausen auflöste. Nachdem das Blei aus dieser Lösung durch Schwefelwasserstoff gefällt worden, zeigte sich in der vom Schwefelblei abfiltrirten Flüssigkeit nicht eine Spur Magnesia. Der Niederschlag war daher reines kohlensaures Bleioxyd. Gewässer, Magnesiabicarbonat enthaltend, bewirken daher noch leichter die Zerzetzung des Bleihornerzes in kohlensaures Bleioxyd, als kalkhaltige Gewässer.

Die Gewichts-Abnahme bei dieser Umwandlung beträgt 2, und die Volumen-Abnahme 10,7. Die Beschreibung weiset keine hohlen Räume nach; die pseudomorphen Krystalle sind blofs rauh und uneben, und der Bruch ist uneben und erdig, welches eine poröse Beschaffenheit andeutet.

Kohlensaures Bleioxyd wird vom Quarz (S. 1305) Brauneisenstein (S. 1338), Malachit (S. 1999) und Kieselkupfer (S.1885) verdrängt.

Kohlensaures Bleioxyd, dargestellt aus einer Lösung von basisch essigsaurem Bleioxyd durch Kohlensäure und sorgfältigst ausgewaschen, ist im reinen Wasser so schwerlöslich, dafs Schwefelwasserstoffgas in der Flüssigkeit auch nicht die mindeste braune Trübung hervorbringt *). Strömt Kohlensäure nur kurze Zeit durch Wasser, in welchem kohlensaures Bleioxyd suspendirt ist: so färbt Schwefelwasserstoff die filtrirte Flüssigkeit schon ziemlich braun; nach 24 Stunden langem Strömen ist die Färbung dunkelbraun. Als eine solche, ganz mit Kohlensäure gesättigte Lösung abgedampft wurde, ergab sich, dafs 1 Th. neutrales kohlensaures Bleioxyd in 50816 Th. kohlensauren Wassers auflöslich ist.

Zinkbleispath, zu *Monte Poni* in *Sardinien*, enthält 92,1

*) Die Angabe von Fresenius (Annal. der Chemie Bd. LIX. S. 122.), dafs sich kohlensaures Bleioxyd in 50551 Th. kalten Wassers löst, erscheint daher zweifelhaft; denn in einer solchen Lösung würde Schwefelwasserstoffgas noch sehr stark reagiren. Entweder war das kohlensaure Bleioxyd nicht vollständig ausgewaschen, oder das Wasser war nicht kohlensäurefrei. Es giebt kaum ein anderes Salz, welches so schwierig auszuwaschen ist, wie kohlensaures Bleioxyd. Zu den obigen Versuchen war ein, einige Tage fortgesetztes Auswaschen erforderlich, ehe Schwefelwasserstoffgas nicht mehr reagirte.

kohlensaures Bleioxyd und 7,02 kohlensaures Zinkoxyd (Kersten), eine concentrisch-strahlige Varietät von *Aachen* dagegen neben kohlensaurem Zinkoxyd nur 0,19 kohlensaures Bleioxyd (Heidingsfeld). Diese beiden isomorphosen Basen können sich wohl in allen Verhältnissen mit einander verbinden.

Ein kohlensaurer Kalk von *Wanlockhead* enthält 7,8 kohlensaures Bleioxyd (Johnston), der krystallisirte Plumbocalcit von *Leadhills* 2,34 kohlensaures Bleioxyd und 97,61 kohlensauren Kalk (Delesse), ein derber Arragonit von *Tarnowitz* 3,9 kohlensaures Bleioxyd.

Bismuthit, in Pseudomorphosen nach Wismuthglanz zu *Ullersreuth* im *Voigtland*, zu *Aue* und *Johanngeorgenstadt*, nach gediegenem Wismuth zu *Schneeberg* (Breithaupt) *), besteht hauptsächlich aus kohlensaurem und basich-schwefelsaurem Wismuthoxyd (Plattner). Das Schwefelwismuth scheint daher durch Oxydation erst in Sulphat und durch theilweise Zersetzung desselben, wahrscheinlich durch alkalische Carbonate, in Carbonat umgewandelt worden zu sein. Die Umwandlung des gediegenen Wismuth erfolgte durch directe Oxydation und Aufnahme von Kohlensäure. Wismuthspath, aus den Goldgruben von *Chesterfield* in *Süd-Carolina*, besteht aus wasserhaltigem basisch-kohlensauren Wismuthoxyd (82,63 Wismuthoxyd, 6,02 Kohlensäure und 3,16 Wasser mit geringen Beimengungen von Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Kalk und Magnesia) (Rammelsberg). Nach demselben ist der Bismuthit in seinen reinsten gelben Abänderungen wahrscheinlich dieselbe Verbindung.

Nickelsmaragd, einen Ueberzug auf Chromeisen von *Texas* in *Pennsylvanien* bildend, besteht aus neutralem kohlensauren Nickeloxydul mit 4 At. Wasser und 2 At. Nickeloxydulhydrat (Silliman und D. R. Thomson).

Herrerit, mit Blei- und Silbererzen zu *Albaradon* in *Mexico*, soll, nach Herrera, aus Tellur, Nickeloxyd und Kohlensäure, nach Del Rio dagegen aus kohlensaurem Zinkoxyd und kohlensaurem Nickeloxyd mit etwas Kobalt bestehen. Nur eine genauere Untersuchung kann über seine Zusammensetzung entscheiden.

*) Poggend. Annal. Bd. LIII. S. 627.

Kohlensaures Nickeloxydul, dargestellt aus schwefelsaurem Kali-Nickeloxyd und kohlensaurem Natron, und sorgfältigst ausgewaschen, wurde in Wasser eingerührt und zwei Tage lang Kohlensäure durchgeleitet. Nach dem Filtriren und Abdampfen ergab sich, dafs in 2470 Th. Wasser 1 Th., in der Siedhitze des Wassers getrocknet, aufgelöst war *). Der Rückstand war hellgrün und bestand aus

Kohlensäure	0,027
Wasser	0,301
Nickeloxydul	0,672
	1,000 **)

Ohne Zweifel wurde auch hier, wie beim kohlensauren Kupferoxydul (S. 1994), der gröfste Theil der Kohlensäure durch das Wasser während des Abdampfens fortgetrieben. Sehr bemerkenswerth ist die, im Verhältnifs zu anderen kohlensauren Metalloxyden, grofse Leichtlöslichkeit des kohlensauren Nickeloxydul, welche die Fortführung desselben und metamorphische Processe sehr begünstigen würde, wenn nicht, wie es scheint, dieses Carbonat ein so sehr seltener Gast im Mineralreiche wäre.

Kohlensaures Kobaltoxydul ist im Mineralreiche nicht bekannt. Gleichwohl erschien es nicht ohne Interesse, seine Löslichkeit in kohlensaurem Wasser zu bestimmen. Kohlensaures Kobaltoxydul, dargestellt aus Lösungen von Chlorkobalt und $\frac{1}{1}$ kohlensaurem Natron in gewöhnlicher Temperatur, und sorgfältigst ausgewaschen, wurde in Wasser suspendirt und einige Tage lang Kohlensäure durchgeleitet. Nach dem Filtriren und Abdampfen blieb von 11510 Th. Lösung 1 Th. eines schwarzen Rückstandes, der mit Säuren nicht brauste.

*) Als ein Rest der Lösung mit noch etwas ungelöstem kohlensauren Nickeloxyd fünf Tage stehen geblieben war, hatte sich während dieser Zeit dieser Rückstand noch aufgelöst. Das Carbonat ist also noch löslicher in kohlensaurem Wasser als oben angegeben ist.

**) Diese Zusammensetzung kommt ziemlich nahe dem auf andere Weise von Setterberg dargestellten Nickeloxydulsalze (Pogg. Annal. Bd. XIX. S. 58).

Dieses Carbonat gehört daher ebenfalls nicht zu den schwerlöslichsten und möchte daher bei Zersetzung der Kobalterze wohl eine Rolle spielen. Da es sich aber so leicht höher oxydirt, und dann seine Kohlensäure verliert: so kommt es wahrscheinlich nicht zum Absatze.

Parisit, aus den Smaragdgruben des *Mussothales* in *Neu-Granada*, besteht aus Cer-, Lanthan- und Dydimoxyd (50,78), Kalk, Kohlensäure (23,51) und Flufssäure; also aus Carbonaten und Fluorüren (Bunsen).

Hydrocerit, auf einem Kupferkieslager im Gneifs mit Cerit, Allanit u. s. w., ist kohlensaures Lanthanoxyd mit Spuren von Ceroxydul (Mosander).

Uranblüthe soll kohlensaures Uranoxyd sein (Zippe).

Liebigit, der das Uranpecherz von *Adrianopel* begleitet, ist wasserhaltige kohlensaure Uranoxyd-Kalkerde (Uranoxyd 38) (L. Smith). Da zwei Analysen des Uranpecherzes 2,8—5,2 Kalk nachweisen: so ist es sehr wahrscheinlich, dafs kohlensaures Wasser aus demselben beide Basen extrahirt und sie als dieses Doppelcarbonat abgesetzt hat.

Da die Carbonate von Kali und Natron leichtlösliche Doppelcarbonate mit kohlensaurem Uranoxyd geben: so liegt die Vermuthung sehr nahe, dafs Gewässer, alkalische Carbonate und Kohlensäure enthaltend, Uranoxyd aus Mineralien, welche es enthalten, fortgeführt und zur Bildung von Uran-Verbindungen in Gängen Anlafs gegeben haben.

Grausilber von *Real-de-Catorce* in *Mexico* und auf Kalkspathgängen zu *Wolfach* in *Baden* *) ist kohlensaures Silberoxyd **). Dieses Salz künstlich aus salpetersaurem Silberoxyd durch Fällung mit kohlensaurem Natron (ersteres im Ueberschusse angewandt) dargestellt, zeigte sich schon beim Auswaschen so löslich in reinem Wasser, dafs Salzsäure immerfort das Abwaschwasser trübte. Nachdem es in einer grofsen Menge Wassers eingerührt, zwei Tage lang gestanden hatte, wurde das aufgelöste Carbonat aus der filtrirten Flüssigkeit durch Salzsäure gefällt. Das Chlorsilber wurde

*) Soll dort nach Walchner (Mag. Pharm. XXV. 1.) nicht vorkommen.

**) Naumann's Mineralogie. 1852. S. 228.

auf neutrales kohlensaures Silberoxyd reducirt, und so ergab sich, dafs nach einem Versuche 22812, nach einem zweiten 20524 Th. reines Wasser 1 Th. kohlensaures Silberoxyd aufgelöst hatten.

Als kohlensaures Silberoxyd in Wasser eingerührt und 36 St. lang Kohlensäure durchgeleitet und das aufgelöste Carbonat mit Salzsäure gefällt wurde, hatten 2084 Th. kohlensaures Wasser 1 Th. kohlensaures Silberoxyd aufgelöst.

Das kohlensaure Silberoxyd ist daher unter allen im Mineralreiche vorkommenden kohlensauren Metalloxyden, deren Löslichkeit ich bestimmt habe, das leichtlöslichste, nicht blofs in kohlensaurem, sondern auch in reinem Wasser. Dieser Umstand erklärt das so äusserst seltene Vorkommen dieses Carbonats; denn ein Mineral, welches sich schon in 21668 Th. reinen Wassers und in noch geringerer Menge löset, wenn auch nur etwas Kohlensäure vorhanden ist, und welches jeden Falls nur in geringen Mengen gebildet werden wird, kann im Mineralreiche nur dann bestehen, wenn es gegen Zutritt des Wassers gänzlich geschützt ist. Wo sind aber, namentlich in Erzgängen, solche trockne Räume? —

Q. Phosphorsaure Salze.

Von der Bildung phosphorsaurer Metalloxyde war schon früher die Rede (Bd. I. S. 724—728). Phosphorsaurer Kalk, in kohlensaurem Wasser aufgelöst, zersetzt schwefelsaure Metalloxyde und saure kohlensaure Metalloxyde: phosphorsaure Metalloxyde werden gefällt. Diefs ist gewifs die im Mineralreiche am häufigsten stattfindende Bildung phosphorsaurer Metalloxyde; denn kein phosphorsaures Salz ist in den Gewässern so verbreitet, wie phosphorsaurer Kalk, und wahrscheinlich ist die in Gebirgsgesteinen so sehr verbreitete Phosphorsäure auch an Kalk gebunden (Bd. I. S. 696). Eine Lösung von kohlensaurem Bleioxyd in kohlensaurem Wasser wird augenblicklich durch phosphorsaures Ammoniak getrübt.

Eisenblau, in Kupfererz-Gruben mit Eisenkies, Magnetkies u. s. w., auf Zinnerz- auch auf Goldgängen, im Brauneisenstein, im basaltischen Gestein, in einem Thoneisenstein-

Lager, oft auch als Ausfüllung von Belemniten und Gryphiten, in Menschenknochen (Bd. I. S. 725).

Die früheren Analysen (Laugier, Vogel, Stromeyer, Klaproth, Brandes, Berthier) konnten wegen ungenauer Scheidung der Phosphorsäure vom Eisen, und weil man keine Rücksicht auf die relativen Mengen von Eisenoxydul und Eisenoxyd nahm, nicht zu genauen Resultaten führen. Einige Varietäten besitzen die dem phosphorsauren Eisenoxydul zukommende weifse Farbe; durch Oxydation werden sie aber blau (Rammelsberg). Nach diesem Chemiker ist die mittlere Zusammensetzung aus zwei nahe übereinstimmenden Analysen des Eisenblau von *New-Yersey* und *Bodenmais*: Phosphorsäure 28,60, Eisenoxydul 34,52, Eisenoxyd 11,91, Wasser 27,49. Es sind aber in anderen Varietäten, je nachdem die Oxydation des Oxydul mehr oder weniger weit fortgeschritten ist, andere Verhältnisse zu erwarten. Anglarit, Ficinit und Delvauxit, amorphe Massen, gehören auch hierher.

Grüneisenstein, von seltenem Vorkommen, ist $\frac{2}{4}$ phosphorsaures Eisenoxyd mit 5 At. Wasser (Karsten). Oxydirt sich das Eisenoxydul im Eisenblau vollständig; so geht es in Grüneisenstein über. Schnabel fand in einem solchen noch 9,97 Eisenoxydul neben 53,66 Eisenoxyd. Hierher gehören auch Karphosiderit, Kakoxen und Beraunit.

Diadochit ist ein Doppelsalz aus wasserhaltigem phosphorsauren und schwefelsauren Eisenoxyd (Plattner). Hierher scheint auch der Kakoxen zu gehören.

Triplit, *Triphylin* (Bd. I. S. 438) *Pseudotriplit*, *Huraulit*, *Alluaudit* (Damour), *Eisenapatit* (Bd. I. S. 728), welche im Granit vorkommen, sind wesentlich Doppelsalze aus phosphorsaurem Eisen-Manganoxydul mit geringen Mengen anderer Basen (Berzelius, Nordenskiöld). Mineralien, welche in schwankenden Verhältnissen zwei Basen enthalten, die so sehr geneigt sind, sich höher zu oxydiren, und dadurch ihr Sauerstoffverhältnifs zur Phosphorsäure ändern, können keine constante Zusammensetzung haben; daher scheiterten auch alle Versuche, sie in Formeln einzwängen zu wollen *). Nur der Triplit von *Limoges* kann für ein Dop-

*) Da gewifs kein Chemiker glauben wird, dafs der Uebergang

pelsalz von $\frac{1}{4}$ phosphorsaurem Eisen- und Manganoxydul gelten, obgleich er die nicht unbedeutende Menge von 3,2 phosphorsauren Kalk enthält, der wahrscheinlich den Ursprung der Phosphorsäure nachweiset. Nachstehende Analysen zeigen interessante Metamorphosen. I frischer Triphylin von *Bodenmais* I. *a* verwitterter (Fuchs)

	I		I. *a*	II
Phosphorsäure . .	41,97		36,39	39,40—3,01
Eisenoxydul . . .	49,15	Oxyd	49,10	51,22—2,12
Manganoxydul . .	4,75	Oxyd	9,11	4,96+4,15
Lithion	3,44		—	—
Wasser	0,69		5,40	4,42+0,98
	100,00		100,00	100,00

Von I und I *a* wurde die Kieselsäure, als unwesentlicher Bestandtheil, abgezogen. II ist die Zusammensetzung, welche man erhält, wenn man in I das Eisen- und Manganoxydul als Oxyde, die bei der Verwitterung entstehen, berechnet, das ausgeschiedene Lithion subtrahirt und das aufgenommene Wasser addirt. Der Umwandlungsprocefs besteht also darin, dafs 3,44 Lithion und 2,12 Eisenoxyd durch 4,15 Manganoxyd verdrängt, und dafs jene beiden Basen mit 3,01 Phosphorsäure, mithin als Phosphate fortgeführt werden. Das aufgenommene Wasser verband sich wahrscheinlich mit einem Theil Eisen- und Manganoxyd, und das Umwandlungsproduct ist diesem gemäfs eine Verbindung von phosphorsaurem Eisen- und Manganoxyd und Eisenoxydhydrat.

Wie selbst der unzersetzte Triphylin von *Bodenmais* in seiner Zusammensetzung schwankt, zeigen die beiden Analysen III (Baer) und IV (Rammelsberg); denn wenn auch, nach des letzteren Bemerkung, die analytische Methode von

der phosphorsauren Oxydule in phosphorsaure Oxyde auf einmal erfolgt: so ist klar, dafs unendlich viele Zwischenstufen statt finden werden. Wo aber unendlich viele Mischungsverhältnisse möglich sind, kann nicht von bestimmten die Rede sein.

Fuchs kein richtiges Resultat geben konnte: so weichen doch auch III und IV bedeutend von einander ab. No. V ist ein unvollkommen krystallisirtes, schwarzes Mineral, welches mit Spodumen bei *Norwich* in *Massachusets*, vorkommt (Dana und Craw) und wahrscheinlich ein zersetzter Triphylin mit bedeutendem Mangangehalt ist.

	III	IV		V
Phosphorsäure . . .	36,36	40,72		43,00
Eisenoxydul . . .	44,52	39,97	Oxyd	26,69
Manganoxydul . . .	5,76	9,80	Oxyd	24,00
Lithion	5,09	7,28		2,23
Natron	5,16	1,45		—
Kali	1,19	0,58		—
Kalkerde	1,00	—		1,79
Magnesia	0,73	—	Wasser	2,07
	99,81	99,80		99,78

Die Begleitung von V mit Spodumen zeigt die Quelle, aus der das Lithion stammt. Ob auch im Granit bei *Bodenmais* Spodumen vorkommt, ist uns nicht bekannt; dafs aber ein Lithion-haltiges Mineral vorhanden sein mufs, ist eben so unzweifelhaft, als dafs die anderen Alkalien von zersetztem Feldspath herrühren. Die Phosphorsäure im Triphylin setzt nicht in Verlegenheit, da deren Gegenwart in Graniten nachgewiesen ist (Bd. I. S. 698).

Auch der Eisenapatit von *Bodenmais* hat eine schwankende Zusammensetzung (Fuchs, Rammelsberg). Fluor ist ihm wesentlich (3,18—6).

Libethenit und *Phosphorochalcit*, jener mit Malachit, Kupfergrün, Fahlerz und Ziegelerz in Drusenräumen von Glimmerschiefer, dieser mit Malachit, Kupferlasur und Rothkupfererz, sind wasserhaltige phosphorsaure Kupferoxydsalze. Die Analysen schwanken so sehr, dafs auch diese Erze mit den ihnen nahestehenden Ehlit, Olivenit, Trombolith, nicht unter allgemeine Ausdrücke zu bringen sind (Berthier, Bergemann, Klaproth, Kühn, Lynn, Plattner). Da besonders der Wassergehalt so sehr verschieden ist: so könnten sie vielleicht als

Doppel-Verbindungen aus phosphorsaurem Kupferoxyd und Kupferoxydhydrat gedacht werden. Das Wasser scheint übrigens im Laufe der Zeit theilweise aus der Mischung zu treten, indem einzelne Theile des Phosphorochalcit geschwärzt sind (Arfvedson). Ist diefs, wie wahrscheinlich, auch schon dann der Fall, wenn eine Schwärzung nicht bemerkbar ist: so entstehen blofse Gemenge.

Libethenit wird von Kieselkupfer verdrängt (S. 1885).

Pyromorphit, mit anderen Bleierzen, namentlich mit Bleiglanz auf Gängen, meist in oberen Teufen, seltener auf Lagern, ist eine Verbindung von 1 At. Chlorblei mit 3 At. $\frac{3}{3}$ phosphorsaurem Bleioxyd, in welchem manchmal die Phosphorsäure durch Arseniksäure in unbestimmten Mischungsverhältnissen vertreten ist, und das arseniksaure Bleioxyd bis zu 82,74 steigt (Wöhler), auch sogar das phosphorsaure Bleioxyd ganz verschwindet (Bergemann). Oft wird auch ein Theil des Chlorblei durch Fluorcalcium, und ein Theil des phosphorsauren Bleioxyd durch phosphorsaure Kalkerde ersetzt; Fluor und Kalkerde treten aber stets zusammen auf, und diese Abänderungen enthalten keine Arseniksäure. Im Pyromorphit von *Längbanshytta* in *Schweden* (Breithaupt's Hedyphan) fehlt das phosphorsaure Bleioxyd ganz und derselbe besteht aus 1 At. Chlorblei und 3 At. basisch arseniksaurem Bleioxyd, basisch phosphorsaurem Kalk und basich arseniksaurem Kalk (Kersten).

Bleiglanz und kohlensaures Bleioxyd wandeln sich in Pyromorphit um (S. 1928 und Weifsbleierz); Bleiglanz findet sich aber auch in Formen von Pyromorphit. Diese Pseudomorphosen gehören zu den merkwürdigsten (S. 1931). Am häufigsten scheint der Procefs von aufsen nach innen von statten zu gehen (Blum, Haidinger *) und Kenngott) **). Die Krystalle sind wohl nie ganz erfüllt, sondern fast stets mehr oder minder hohl oder porös, auch erscheint manchmal die Umwandlung noch nicht ganz vollendet. Der Bleiglanz ist theils dicht, theils bildet er ein Aggregat. Es liegen

*) Die Pseudomorphosen S. 178. Nachtrag I. S. 93.

**) Chem. pharmaceut. Centralblatt. 1853. No. 36.

aber auch Pseudomorphosen vor, welche aus einer dünnen Pyromorphit-Rinde bestehen, während das Innere mit Bleiglanz ausgefüllt ist (Blum, Nöggerath). Während in denjenigen Fällen, wo die Umwandlung von aufsen nach innen von Statten ging, gedacht werden kann, dafs Gewässer, welche Schwefelwasserstoff oder eine Schwefelleber enthielten, die Zersetzung bewirkt haben, hält es sehr schwer, sich eine richtige Vorstellung von dem umgekehrten Falle zu machen Dafs dieser Procefs jeden Falls ein complicirter und nicht immer derselbe ist, ergiebt sich aus der sehr verschiedenen Zusammensetzung des Pyromorphit. Daher ist vor allem erforderlich, dafs da, wo noch unzersetzter Pyromorphit vorhanden ist, dieser der chemischen Analyse unterworfen werden möge. Nur das phosphorsaure und arseniksaure Bleioxyd und das Chlorblei werden umgewandelt, der phosphorsaure Kalk dagegen fortgeführt. Je mehr dieser beträgt, desto löcheriger und poröser wird die Masse. Blum deutet darauf hin, dafs vielleicht jene Rinde den ausgeschiedenen phosphorsauren Kalk enthalten möge. Aus den S. 1928 angeführten Gründen, lassen sich auch bei dieser Umwandlung keine Berechnungen über Veränderung des Gewichts und Volumens anstellen.

Pyromorphit wird verdrängt durch Chalcedon (S. 1319), durch Brauneisenstein (S. 1339), durch Kieselzink (S. 1881); nach Sillem *) soll er auch durch Apatit verdrängt werden.

Nussierit, auf Quarz in einer Grube bei *Beaujeu* im Dep. *du Rhone*, scheint aus 1 At. Chlorblei und 5 At. der Phosphate und Arseniate von Bleioxyd, Kalk und Eisenoxyd zu bestehen, wenn er nicht eingemengte Bestandtheile enthält.

Uranit (Uranglimmer), im Granit, auf Erzgängen im Granit, Gneifs, Thonschiefer und in Amethystkugeln im Mandelstein, ist wasserhaltige phosphorsaure Uranoxyd-Kalkerde (Uranoxyd 61,73—63,28, Kalk 5,66—5,88) mit 0,06 Zinnoxyd (Berzelius, Werther).

Chalkolith, in *Cornwall* im Granit, ist wasserhaltiges phosphorsaures Uranoxyd-Kupferoxyd (Uranoxyd 59,03-60,25, Kupferoxyd 8,27—8,44) (Berzelius, Werther).

*) N. Jahrb. f. Min. 1848. S. 388.

Kryptolith, im Apatit von *Arendal* eingewachsen, ist phorphorsaures Ceroxydul - Lanthan - und Didymoxyd (diese Oxyde 64,68—73,7, Phosphorsäure 27,37—28,46) mit einer geringen Menge Eisenoxydul (Wöhler und Watts). Kryptolith und Monazit vom *Ural* würden dieselben Verbindungen sein, wenn letzterer, wie Hermann behauptet, keine Thonlerde enthalten sollte (Kersten und Shepard).

R. Schwefelsaure Metalloxyde.

Diese Salze bilden sich durch Oxydation der Schwefelmetalle. Da diesem Oxydationsprocesse alle Schwefelmetalle unterliegen: so würden schwefelsaure Matalloxyde sehr häufig vorkommen, wenn nicht die meisten derselben, namentlich die der elektropositiven Metalloxyde, sehr leichtlöslich im Wasser wären. Dieses Umstandes wegen können schwefelsaure Metalloxyde sich nur dann im festen Zustande erhalten, wenn sie sich an Stellen bilden, welche dem Zutritte der Gewässer nicht ausgesetzt sind. Werden sie sogleich nach ihrer Bildung von Gewässern fortgeführt: so unterliegen sie Zersetzungsprocessen durch die Carbonate der Alkalien und der alkalischen Erden, so wie durch phosphorsaure Alkalien und durch, im kohlensauren Wasser gelöste phosphorsaure Erden. Es ist sogar wahrscheinlich, dafs manche metallsaure Metalloxyde durch Fällung schwefelsaurer Metalloxyde entstehen, wenn ihre Metallsäuren mit Alkalien oder alkalischen Erden verbunden in Gewässern vorkommen. In den meisten Fällen werden daher die schwefelsauren Metalloxyde die ältesten Bildungen unter den Metallsalzen sein. Namentlich gilt diefs von denjenigen Metallen, deren älteste uns bekannten Verbindungen Schwefelmetalle sind.

Eisenvitriol, in alten Gruben, auf Klüften, besonders im Thonschiefer und Schieferthon und in Höhlen, ist ⅟ schwefelsaures Eisenoxydul mit 6 oder 7 At. Wasser. Durch Oxydation geht das Oxydul nach und nach in Oxyd über. Dafs der Eisenvitriol, so wie die folgenden schwefelsauren Eisensalze, Oxydationsproducte des Eisenkieses sind, zeigt das, jedoch nur sehr seltene Vorkommen des Eisenvitriol in Formen von Eisenkies (S. 1357). Nach Breithaupt *) fin-

*) Blum Nachtrag II. S. 137.

det sich zu *Schlaggenwalde* in *Böhmen* Apatit in Formen von Eisenvitriol.

Botryogen, als Ueberzug auf Gyps und Eisenkies mit Bittersalz und Eisenvitriol zu *Fahlun*, ist ein Sulphat von Eisenoxydul, Eisenoxyduloxyd, Magnesia und Kalkerde in schwankenden Verhältnissen (Berzelius).

Coquimbit, in einem grünen Feldspathgesteine zu *Copiapo* in der Provinz *Coquimbo* in *Chile*, ist $\frac{1}{1}$ schwefelsaures Eisenoxyd mit 9 At. Wasser und geringen Mengen von Thon-Kalk- und Talkerde. Mit diesem kommt auch ein blätteriges und ein strahliges basisch schwefelsaures Eisenoxyd vor (H. Rose, Blake). *Fibroserrit* ist ein basisches schwefelsaures Eisenoxyd.

Schwefelsaures Eisenoxyd kommt auch als Kali-Doppelsalz im Braunkohlenlager von *Kolosoruk* bei *Bilin* (Rammelsberg) und als Natron-Doppelsalz bei *Modum* in *Norwegen* (Scheerer) vor.

Zinkvitriol, an mehreren Orten, jedoch nicht häufig, ist $\frac{1}{1}$ schwefelsaures Zinkoxyd mit 7 At. Wasser (Klaproth) und wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct von Blende.

Kupfervitriol, in Klüften und Höhlungen alter Gruben, ist $\frac{1}{1}$ schwefelsaures Kupferoxyd mit 5 At. Wasser. Im oben angeführten Coquimbit, so wie in den ihn begleitenden basisch schwefelsauren Eisensalzen, kommt Kupfervitriol in sehr kleinen Krystallen vor. Dieser ist eisenfrei, wenn das beigemengte Eisensalz abgesondert wird, und ebenso sind die Eisensalze kupferfrei. Beide Metalle sondern sich also vollkommen von einander, wenn sie durch Oxydation der stets eisenhaltigen Schwefelkupfererze zu Sulphaten werden. Diefs ist um so interessanter, da beide Sulphate so leicht und in verschiedenen Verhaltnissen als Dopplsalze krystallisiren, und als solche fabrikmäfsig dargestellt werden.

Ein basisches Salz aus *Mexico* ist $\frac{1}{4}$ schwelfelsaures Kupferoxyd mit 4 At. Wasser (Berthier). Er fand es auch im Gemenge mit Kieselkupfer als grünen erdigen Ueberzug auf gediegenem Kupfer von *Valparaiso* in *Chile*.

Brochantit, mit Malachit und Rothkupfererz zu *Ekatherinenburg* in *Sibirien*, mit Bleiglanz und Kupfererzen zu *Rezbanya* in *Ungarn*, als Lager bei *Kirsuvig* auf *Island* und ein-

gesprengt in einem Sandsteine in *Mexico*, ist $\frac{1}{4}$ schwefelsaures Kupferoxyd mit 5 At. Wasser. Beigemengt sind 3,15 bis 8,18 Zinnoxyd und 0,03 bis 1,05 Bleioxyd (Magnus).

Kupfersammterz (Lettsomit) ist wahrscheinlich ein Gemeng aus wasserhaltigem schwefelsauren Kupferoxyd und schwefelsaurer Thonerde (Percy).

Bleivitriol, auf Gängen mit Bleiglanz, kohlensaurem Bleioxyd, auch in Drusen im Bleiglanz, ist $\frac{1}{1}$ schwefelsaures Bleioxyd mit geringen Mengen Eisen- und Manganoxyd (Klaproth, Stromeyer). Die Pseudomorphosen von Bleivitriol nach Bleiglanz (S. 1316) weisen seine Bildung nach.

Leadhillit, mit kohlensaurem Bleioxyd zu *Leadhills* in *Schottland*, besteht aus 1 At. $\frac{1}{1}$ schwefelsaurem Bleioxyd und 3 At. $\frac{1}{1}$ kohlensaurem Bleioxyd (Brooke, Irwing, Berzelius, Stromeyer, Thomson).

Bleisulphocarbonat, auf demselben Fundorte, besteht aus gleichen Atomen schwefelsaurem Bleioxyd und kohlensaurem Bleioxyd (Brooke, Thomson).

Caledonit (Halblasurblei), gleichfalls auf demselben Fundorte, besteht aus schwefelsaurem Bleioxyd, kohlensaurem Bleioxyd und Kupferoxyd (Brooke). Letzteres soll aber nicht als Carbonat vorhanden sein (Thomson).

Da sich Bleivitriol in kohlensaures Bleioxyd umwandelt (S. 1317): so ist es sehr wahrscheinlich, dafs in den drei vorstehenden Erzen diese Umwandlung nur noch nicht vollendet ist, und um so mehr, da sich Leadhillit ganz in Weifsbleierz umwandeln kann (S. 2000).

Bleilasur, mit anderen Bleierzen zu *Leadhills* in *Schottland* und *Linares* in *Spanien*, besteht aus gleichen Atomen schwefelsaures Bleioxyd, Kupferoxyd und Wasser (Brooke, Thomson). Beim Aufräumen einer alten Halde bei *Ems*, auf der Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende und Eisenspath lagen, fand Stratmann*) stellenweise viele sehr kleine Krystalle von Bleilasur bald auf diesem, bald auf jenem Mineral. Nur jene beiden ersten Erze konnten das Material zur Bildung der Bleilasur liefern, indem sie durch Oxydation theilweise in Sulphate umgewandelt wurden. Das schwefelsaure Kupferoxyd

*) F. Sandberger in Poggend. Annal. Bd. LXXXV. S. 302.

wurde durch kalkhaltige Gewässer zersetzt, wie die auf den Erzen gefundenen Gypskrystalle, welche theils weifs, theils durch Kupferverbindungen grün gefärbt waren, zeigen. In gemeinschaftliche Lösung kamen daher schwefelsaures Bleioxyd, kohlensaures Kupferoxyd und schwefelsaurer Kalk. Die beiden letzteren Salze konnten in der Lösung nur in sehr verdünntem Zustande vorhanden gewesen sein, weil in der Bleilasur das Kupferoxyd nur ungefähr $\frac{1}{3}$ vom Bleioxyd beträgt, und der schwefelsaure Kalk ein Aequivalent des zersetzten schwefelsauren Kupferoxyd ist. Da nun das schwefelsaure Bleioxyd schwerlöslich ist: so konnten, selbst wenn die Lösung damit gesättigt war, das Kupfersalz und der Gyps nur in viel geringeren Mengen vorhanden gewesen sein. Die schwerlöslichen Blei- und Kupfersalze setzten sich zuerst aus der Lösung ab, der viel leichter lösliche schwefelsaure Kalk wurde aber von den Gewässern fortgeführt, und kam erst nach weit fortgeschrittener Verdunstung des Wassers zum Absatze. Die gemeinschaftliche Lösung enthielt das Kupfer als Carbonat, da es als solches vom Kalkbicarbonat ausgeschieden wurde; man mufs daher fragen, durch welchen Procefs schied sich die Kohlensäure desselben ab? — Sollte diefs defshalb geschehen sein, weil das schwefelsaure Bleioxyd nicht mit dem kohlensauren Kupferoxyd, sondern nur mit dem Kupferoxydhydrat eine krystallisirbare Verbindung eingehen kann? In diesem Falle würde die Verwandtschaft des schwefelsauren Bleioxyd zum Kupferoxydhydrat diese Abscheidung bewirkt haben, und diefs würde den chemischen Affinitätsgesetzen entsprechen.

Die vorliegende so jugendliche Bildung der Bleilasur wirft viel Licht auf die Entstehung dieses in seiner Zusammensetzung so eigenthümlichen Minerals. Kupferhaltige Bleiglanze können auch das Material hierzu liefern; in diesem Falle nimmt dasselbe Wasser die Oxydationsproducte des Schwelblei's und des Schwefelkupfers auf. Auch aus dem Bournonit könnte die Bildung der Bleilasur gedacht werden. Jeden Falls kann sie aber aus diesem oder aus jenem Mineral nur durch selten stattfindende Umstände gebildet werden, weil die Bleilasur so sehr selten gefunden wird.

Die Bleilasur wandelt sich in kohlensaures Bleioxyd

um *). Da schwefelsaures Bleioxyd durch Kalkbicarbonat zersetzt wird (S. 1318): so ist diese Zersetzung leicht zu begreifen. Hierbei scheint aber auch das Kupferoxydhydrat in ein Carbonat umgewandelt worden zu sein; denn die Pseudomorphose ist grün, wahrscheinlich durch Malachit gefärbt.

Nickelvitriol findet sich als grünlicher krystallinischer Beschlag in *Wallace Mine* am *Huron-See* (Hunt).

Kobaltvitriol, in alten Gruben mit Erdkobalt, Kobaltbeschlag und Arsenikblüthe, ist $\frac{I}{I}$ schwefelsaures Kobaltoxydul mit 8 At. Wasser. Nach Winkelblech ist er aber ein Doppelsalz aus 1 At. schwefelsaurer Magnesia und 3 At. schwefelsaurem Kobaltoxydul. Der Kobaltvitriol findet sich auch manchmal auf zersetztem Speiſskobalt in Gruben, wo die Gewässer keinen Zutritt hatten, oder in Mineralien-Sammlungen an feuchten Orten (Kersten). Da die Speiſskobalte häufig etwas Schwefel enthalten: so ist die Bildung der Schwefelsäure leicht zu begreifen. Efflorescenzen oder Gewässer aus Kobalterz-Halden enthalten gleichfalls schwefelsaures Kobaltoxyd mit geringen Mengen von Kupfer-, Nickel- und Eisenoxydul, Kalk und Magnesia (Schnabel).

Uranvitriol als Ueberzug auf Uranerzen bei *Joachimsthal* in *Böhmen* soll basisch schwefelsaures Uranoxyd sein (Berzelius).

S. Chlor-, Brom-, Jod- und Fluormetalle.

Im Mineralreiche finden sich nur die schwer- oder unlöslichen dieser Verbindungen. Unter den Säuren, welche Chlor, Brom, Jod und Fluor mit Wasserstoff eingehen, ist es nur die Hydrochlorsäure, welche, aber nur in den Exhalationen mancher Vulkane (S. 1669) bestimmt nachgewiesen ist. Daher können fern von Vulkanen keine Chlormetalle auf directem Wege, sondern nur durch Zersetzung der im Wasser gelösten alkalischen Chlorüre gebildet werden. Dasselbe gilt von den Brom-, Jod- und Fluormetallen.

Atakamit, (Chlorkupfererz), auf Kupfer- und Silbererz-

*) Haidinger im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt Jahrg. II. S. 79.

gängen in *Chile*, *Peru* und zu *Schwarzenberg* in *Sachsen*, so wie als Ueberzug oder Anflug auf Spalten-Wänden der Laven des *Vesuv* und vom *Monte Rossi* am *Aetna*, ist basisches Kupferchlorid und besteht aus 1 At. Kupferchlorid, 3 At. Kupferoxyd und 3 At. Wasser (Klaproth, Davy, Ulex, Mallet) 6 At. Wasser (Berthier).

Cotunnit, findet sich am Krater des *Vesuv* und ist $\frac{1}{1}$ Chlorblei.

Mendipit, bei *Churchill* in *Sommersetshire* mit Bleierzen, ist basisches Chlorblei und besteht aus 1 At. Chlorblei und 2 At. Bleioxyd (Berzelius).

Matlockit, ein seltenes auf der Grube *Cromford Level* bei *Matlock* in *Derbyshire* gefundenes Mineral, ist basisches Chlorblei und besteht aus gleichen Atomen Chlorblei und Bleioxyd (Smith und Rammelsberg).

Bleihornerz mit kohlensaurem Bleioxyd, angeblich auch auf Bleiglanz und im vulkanischen Sande des *Vesuv*, besteht aus gleichen Atomen Chlorblei und kohlensaurem Bleioxyd (Klaproth, Krug v. Nidda). Folgender Versuch zeigt die wahrscheinliche Bildung dieses Erzes. Kohlensaures Bleioxyd durch Fällung von Chlorblei mittelst kohlensaurem Kali dargestellt, und ausgewaschen bis Schwefelwasserstoff nicht mehr auf das Abwaschewasser reagirte, wurde in reinem Wasser suspendirt und Kohlensäure 24 Stunden lang durchgeleitet. Zur filtrirten Lösung wurde etwas Kochsalz gesetzt, die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft, und der Rückstand mit Wasser ausgelaugt. Als durch diese Lösung Schwefelwasserstoff geleitet wurde, zeigte sich eine stark braune Färbung. Das Kochsalz hatte daher einen Theil des in kohlensaurem Wasser gelösten kohlensauren Bleioxyd in Chlorblei umgewandelt, und dieses hatte auf Schwefelwasserstoff reagirt; denn durch das Abdampfen der Flüssigkeit war wieder neutrales kohlensaures Bleioxyd entstanden, welches ebenso wenig, wie vor der Behandlung mit kohlensaurem Wasser, vom reinen Wasser in solcher Menge aufgelöst werden konnte, daſs Schwefelwasserstoff es hätte anzeigen können. Ueberdieſs reagirte die Lösung alkalisch, in Folge des durch Zersetzung von Kochsalz entstandenen kohlensauren Natron. Gewässer, welche Kochsalz oder ein anderes lösliches Chlorür und zugleich koh-

lensaures Bleioxyd, in freier Kohlensäure gelöst enthalten: lassen daher nach Verdunstung des Wassers kohlensaures Bleioxyd und Chlorblei zurück, mithin die Bestandtheile zur Bildung von Bleihornerz. Das so seltene Vorkommen des Bleihornerzes zeigt übrigens, dafs die Bedingungen zu seiner Bildung nur selten gegeben sein können. An seiner Bildung durch vulkanische Thätigkeit haben wohl die Salzsäure-Exhalationen des *Vesuv* (S. 1669) Antheil.

Bleihornerz wandelt sich in kohlensaures Bleioxyd um (S. 2000). Krug von Nidda *) führt eine Umwandlung des Bleihornerzes in Bleiglanz an; wir theilen aber Blum's Ansicht **), dafs dieser umgekehrt in jenes umgewandelt wurde. Dem gemäfs würde auch das Bleihornerz, wie alle Bleisalze, aus Bleiglanz hervorgegangen, und es würde zu begreifen sein, wie während der Zersetzung desselben in kohlensaures Bleioxyd, bei Gegenwart von Kochsalz, ein Doppelsalz aus kohlensaurem Bleioxyd und Chlorblei gebildet werden konnte.

Silberhornerz, ist $\frac{1}{1}$ Chlorsilber (Klaproth). Zwar entspricht nur das aus *Peru* diesem Verhältnisse; da es aber schwerlich eine Verbindung in einem anderen Verhältnisse giebt: so beruht der im Silberhornerz aus *Sachsen* und *Sibirien* gefundene geringere Silbergehalt wohl nur auf einer ungenauen Scheidung. Woulse ***) führt schon Schwefelsäure als einen Bestandtheil des Silberhornerzes an. Torb. Bergman †) gründet darauf die Vermuthung, dafs diese Schwefelsäure durch Verwitterung von Schwefelsilber entstanden, und dafs das schwefelsaure Silberoxyd durch Chlorüre in Chlorsilber umgewandelt worden sei. Klaproth ††) fand im Silberhornerz aus *Sachsen* 0,25 Schwefelsäure und in anderen Spuren davon. Da in ersterem 6 Proc. Eisenoxyd enthalten waren: so ist zu vermuthen, dafs die Schwefelsäure von verwittertem Eisenkies herrührte.

*) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. II. S. 130.

**) Nachtrag II. S. 72.

***) Versuche über die Mischung einiger Mineralien a. d. Engl. 1778.

†) Crell's chem. Annal. 1784. S. 377.

††) Beiträge Bd. I. S. 129 ff. und Bd. IV. S. 10.

Dafs Schwefelsilber, wie alle Schwefelmetalle, der Oxydation unterliegen, ist nicht zweifelhaft. Die Zersetzungen des Schwarzgültigerzes (S. 1839) deuten darauf hin, dafs das darin enthaltene Schwefelsilber durch Oxydation fortgeführt wird. Silberglanz ist ein sehr häufiger Begleiter des Silberhornerzes. Es ist wohl zu begreifen, wie Gewässer, Sauerstoff und Kochsalz enthaltend, vermöge prädisponirender Verwandtschaft, besonders leicht die Oxydation des Schwefelsilbers bewirken mögen; dafs zu *Zacatecas* in *Mexico* das Silberhornerz nur in oberen Teufen vorkommt, spricht sehr für eine Oxydation des Silberglanzes. Klaproth führt übrigens Proust's Nachricht an, dafs gemünztes Silber in einem untergegangenen Schiffe mit einer Chlorsilber-Rinde überzogen war *), und dafs Pallas in *Sibirien* in einem salzigen Erdreiche alte *Tatarische* Silbermünzen gefunden habe, welche theils ganz, theils oberflächlich in Chlorsilber umgewandelt waren. Da nun Silberhornerz am häufigsten mit gediegenem Silber vorkommt und in *Chile* mächtige Blöcke bildet, die nicht selten beträchtliche Kerne gediegenen Silbers enthalten: so ist es wahrscheinlich, dafs manches Silberhornerz auch aus gediegenem Silber hervorgegangen ist, wenn gleich die Umwandlung metallischen Silbers in Chlorsilber durch in Gewässern gelöste Chlorüre schwer zu begreifen ist. Die Leichtlöslichkeit des kohlensauren Silberoxyd nicht blofs in kohlensaurem, sondern selbst in reinem Wasser macht es indefs wahrscheinlich, dafs auch dieses Silbersalz, wenn es in wässriger Lösung mit Chlorüren zusammentraf, die Bildung von Silberhornerz veranlafst haben könne (S. 2004).

Bromsilber, begleitet von gediegenem Silber, welches sehr fein eingesprengt ist (*Mexico* und *Bretagne*), besteht aus gleichen Atomen seiner Bestandtheile (Berthier). Gediegenes Silber nach Bromsilber beschreibt Blum **). Da beide dieselben Krystallisations-Verhältnisse zeigen: so müssen besondere Erscheinungen vorhanden sein, um eine solche Umwandlung beweisen zu können. Er fand in Drusenräumen eines

*) Diefs widerspricht indefs den oben (S. 1557) mitgetheilten Untersuchungen.

**) Nachtrag II. S. 15.

Conglomerat von *Huelgoat* in der *Bretagne* Krystalle und krystallinische Parthien von gediegenem Silber und Bromsilber. In einem solchen Drusenraume beobachtete er ziemlich deutliche Cubooctaëder von gediegenem Silber, die von zahn-drahtast- und moosförmigen Aggregaten gebildet werden, in denen sich aber die Form in den Umrissen noch mehr oder minder gut erhalten hatte. Diese Gestalten gehören nicht dem gediegenen Silber ursprünglich an, sondern sind vom Bromsilber entlehnt, welches sich an einem anderen Exemplar ganz in denselben Formen krystallisirt zeigt. Auf einzelnen der letzteren sitzt auch etwas gediegenes Silber.

Es hält schwer, sich von dieser Reduction eine richtige Vorstellung zu machen, da alle bekannten Reductionsmittel des Bromsilbers im Mineralreiche nicht vorausgesetzt werden können. Eisenoxydulsalze fällen Gold aus der Chlorgold-Lösung. Sollte vielleicht kohlensaures Eisenoxydul in Gewässern, welche mit dem Bromsilber in fortwährende Berührung kommen, es gleichfalls reduciren? —

Nach Malaguti und Durocher (s. ged. Silber) kann das Silber in Schwefelmetallen nicht mit Chlor oder Brom verbunden sein; denn die Verbindungen des Schwefels mit Zink, Kadmium, Wismuth, Blei, Zinn und Kupfer, so wie Arsenikantimon und Arsenikkobalt zersetzen eine gewisse Menge Chlor- oder Bromsilber. Diese Zersetzung geht langsam von Statten, wenn blofs Wasser den Contact vermittelt, viel schneller und manchmal augenblicklich, wenn Chlor- oder Bromsilber aufgelöst sind. Die natürlichen Schwefelmetalle zeigen bedeutende Unterschiede in ihrem Zersetzungs-Vermögen. Sie schreiben diefs der Gegenwart geringer Mengen fremder Schwefel- oder Arsenikmetalle zu. So zeigte z. B. sehr reine und krystallisirte Blende von *Kongsberg* dasselbe Zersetzungs-Vermögen, wie künstliches Schwefelzink, während eine gleich reine krystallisirte Blende von *Radna* nur ein halb so starkes Vermögen hatte. Dieses scheint daher in manchen Fällen durch einen verschiedenen isomerischen Zustand modificirt zu werden. Die Zersetzung des Chlorsilbers durch Schwefelmetalle kann entweder durch doppelte Zerlegung, oder durch Reduction, oder durch beide zugleich erfolgen. Das Zersetzungs-Vermögen der Schwefelmetalle äussert sich auf das

Bromsilber in gleichem Verhältnisse, ist aber sehr wenig merklich beim Jodsilber.

Embolit auf Kalkspath und mit gediegenem Silber überzogen, in einem sehr eisenschüssigen Kalkstein zu *Copiapo* in *Chile* (Breithaupt) besteht aus 2 At. Bromsilber und 3 At. Chlorsilber (Plattner). Jener bezweifelt, dafs in diesem Fundorte reines Bromsilber vorkomme; denn verschiedene Stücke ergaben stets neben Brom auch Chlor. Auch zu *Chanarcillo* und in *Chile* findet sich Chlorbromsilber in abweichenden Verhältnissen (Domeyko und Yorke).

Jodsilber mit gediegenem Silber und Chlorsilber zu *Albarrodon* in *Mexico*, enthält 18,5 Jod (Vauquelin). Das von *Coquimbo* in *Chile* enthält 64,25 Silber (Domeyko). Beide Angaben stimmen nicht mit der Zusammensetzung des künstlichen Jodsilber, aus 46,44 Silber und 53,89 Jod.

Von der Bildung des Brom- und Jodsilbers gilt, was über die des Chlorsilbers bemerkt wurde. Auffallend ist, dafs sich im Embolit eine so grofse Menge Bromsilber neben Chlorsilber gebildet hat, da in allen Gewässern, welche Chlorüre und Bromüre enthalten, diese gegen jene in so sehr geringen Verhältnissen auftreten (S. 1949), und da beide Salzbilder mit dem Silber Verbindungen von so übereinstimmendem Verhalten darstellen, dafs man nicht wohl eine theilweise Fortführung des Chlorsilbers und defshalb eine relative Zunahme des Bromsilbers vermuthen kann. Sollte das Jodsilber zu *Albarrodon* mit bedeutenden Quantitäten Chlorsilber vorkommen: so wäre eine Sonderung zu begreifen. Diese Verhältnisse verdienen eine genaue Untersuchung an den Fundorten dieser Silbererze.

Quecksilberhornerz (S. 1933).

Jodquecksilber kommt nach del Rio in *Mexico* vor; es ist aber noch nicht analysirt worden.

Auffallend ist, dafs, mit Ausnahme der drei folgenden Verbindungen des Fluor mit Cer, keine anderen schweren Fluormetalle vorkommen, da doch dieser Salzbilder zu den sehr verbreiteten, wenn auch nicht in grofsen Mengen vorkommenden Substanzen gehört, und da seine künstlichen Verbindungen mit Metallen meist schwerlöslich sind.

Neutraler Fluorcerit, im Granit bei *Broddbo* und *Finbo* in *Schweden*, ist neutrales Fluorcerium (Berzelius).

Basischer Fluorcerit, im Feldspath eingewachsen bei *Fahlun*, ist wasserhaltiges basisches Fluorcerium (Berzelius).

Yttrocerit, im Quarz eingewachsen von demselben Fundorte, auch in *Massachusets*, besteht aus Fluorcerium, Fluoryttrium und Fluorcalcium (Berzelius, Jackson). Der von letzterem Fundorte enthält Lanthan; wahrscheinlich ist dieses Metall auch ein Begleiter des Cer in den vorhergehenden Mineralien.

Zu den ganz isolirt dastehenden Metallsalzen gehören die folgenden.

Onofrit, mit Quecksilberhornerz, gediegenem Quecksilber u. s. w. zu *San Onofrio* in *Mexico*, ist selenigsaures Quecksilberoxydul (Köhler).

Selenigsaures Bleioxyd mit Selenkupferblei, Kupferkies u. s. w. bei *Gabel* in *Thüringen* (Kersten). Eine quantitative Analyse fehlt noch. Wahrscheinlich ist es durch Oxydation jener Selenverbindung entstanden; das Kupferoxyd ist aber noch nachzuweisen.

Humboldtit, in Braunkohlen, ist $\frac{2}{3}$ oxalsaures Eisenoxydul mit 3 At. Wasser (Rammelsberg).

T. Metalloxyde und Verbindungen derselben mit einander, welche keine metallsauren Metalloxyde sind.

Aeltere Metalloxyde.

Zinnstein. Das Vorkommen eines Metalls, welches sich fast nur in diesem Erze findet, ist von besonderem Interesse. Von keinem Metalle können wir mit gröfserer Wahrscheinlichkeit behaupten, dafs es in der Erdrinde nie in einer anderen Verbindung als mit Sauerstoff aufgetreten sei, als vom Zinn. Der Zinnstein findet sich auf Stockwerken und Lagern in den älteren krystallinischen Gebirgsgesteinen, als Gemengtheil mancher Granite und eingesprengt im Por-

phyr und Glimmerschiefer, so wie in Gängen im Granit, Hornblendeschiefer und Thonschiefer, und im aufgeschwemmten Lande, wohin er mit anderen Producten verwitterter und zerstörter Gebirgsgesteine (Granit) durch Gewässer geführt worden ist.

Quarz fehlt in keinem Fundorte des Zinnsteins, und ist, seiner Hauptmasse nach, stets von älterer Bildung als dieser (S. 1872). Die Prüfung solcher im Contact mit dem Zinnstein vorkommender Quarze auf eine Beimischung von Zinnoxyd würde sehr verdienstlich sein. Klaproth *) fand im Zinnstein 0,75, Mallet **) 0,84 Kieselsäure; Berzelius ***) dagegen keine, obgleich der Zinnstein im Quarz eingesprengt war. Ob jene Kieselsäure chemisch verbunden mit dem Zinnoxyd war, ist nicht zu entscheiden; ihre so sehr geringe Menge spricht nicht dafür. Bei *Marienberg* folgt auf Quarz Feldspath, in welchem Zinnerz eingewachsen ist. Die Analyse dieses Feldspaths von Kröner giebt kein Zinnoxyd an †). Wo daher Zinnstein ein späterer Absatz als Quarz oder Feldspath ist, da scheinen die Bedingungen nicht gegeben gewesen zu sein, dafs sich die in Gewässern gelöste Kieselsäure mit Zinnoxyd hätte verbinden können.

Der Zinnstein ist selbst mit den starken Mineralsäuren nicht verbindbar; um so weniger ist daher eine Verbindung mit den schwachen Säuren im Mineralreiche zu denken. Da jedoch, nach Klaproth, vom faserigen Zinnoxyd beim wiederholten Digeriren mit Schwefelsäure und Salzsäure 18 Proc. aufgelöst wurden, während die Zinnsteine kaum davon angegriffen werden: so ist zu schliefsen, dafs das in Seifenwerken vorkommende Zinnoxyd, welches den Zersetzungsprocessen der Gesteine, die es enthielten, unterworfen war, da-

*) Beiträge Bd. II. S. 245.

**) Journ. of de Dublin geol. Soc. T. IV. P. 272.

***) Schweigger's Journ. Bd. XVI. S. 256.

†) Poggend. Annal. Bd. LXVII. S. 421. Uebersehen darf man nicht, dafs ein geringer Zinngehalt im Feldspath der chemischen Analyse leicht entgehen kann, wenn nicht die Aufmerksamkeit darauf gerichtet ist.

durch theilweise in eine lösliche Modification übergegangen ist. Ein solches Zinnoxyd konnte möglicher Weise Material zu anderen Verbindungen liefern. Da der Zinnkies auf Gängen in *Cornwall* vorkommt, und jenes faserige Zinnerz auch von daher stammt: so ist denkbar, dafs dieses das Material dazu geliefert habe.

Magnus (S. 2012) fand im Brochantit 8,2 Zinnoxyd, welches durch Salzsäure ausgezogen werden konnte. Auch aus dem Nebengesteine zog diese Säure etwas Zinnoxyd aus. Es war daher in seiner löslichen Modification vorhanden.

Der Zinnstein schmilzt mit Flufsmitteln zusammen (Email, Aventuringlas); im Thontiegel in der Hitze des Porcellanofens schmolz er zu einem klaren Glase, und die Wände des Tiegels waren milchweifs glasirt. Wenn daher der Granit ein plutonisches Gebilde wäre: so müfste man erwarten, dafs darin vorkommender Zinnstein mit der Feldspathmasse eben solche geschmolzene Massen gegeben haben würde, wie mit der Masse des Thontiegels; der oben angeführte Feldspath mit eingeschlossenem Zinnstein zeigt aber diesem nichts ähnliches.

Aus der so häufigen Begleitung des Zinnsteins von Wolframit, Scheelit und Molybdänglanz läfst sich eine chemische Beziehung zwischen diesen und jenem durchaus nicht ableiten *). Dasselbe gilt von den übrigen Begleitern des Zinn-

*) Breithaupt führt an, dafs da, wo Zinnerz- und Rotheisenstein-Gänge einander durchsetzen, sie sich gegenseitig verunedlen (*Johanngeorgenstädter* Revier in *Sachsen*, wahrscheinlich auch im *Seegrunde* bei *Böhmisch-Zinnwald*). Auch zu *Altenberg* in *Sachsen* verschwindet das Zinnerz da, wo Glanz- und Rotheisenstein frequent werden. Irren wir nicht, so setzt der erstere Fall voraus, dafs die Ausfüllung der Zinnerz- und Eisenstein-Gänge nahe gleichzeitig war; es mengten sich dann die verschiedenen Absätze beider Gänge auf den Durchsetzungs-Puncten mit einander, wenn man nicht annehmen will, dafs ein Theil des früheren Absatzes in dem einen Gange durch den späteren Absatz des anderen Ganges verdrängt wurde, wofür allerdings Oppe's Angabe (Cotta's Gangstudien Bd. II. S. 152 und 171),

steins, vom Arsenik- *), Eisen- und Kupferkies, von der Blende, so wie vom Flufsspath, Topas, Apatit, Glimmer, Chlorit, Talk, Magneteisen, Eisenspath und Braunspath. Die im Steinmark liegenden Zinnsteine mögen, wie im oben angeführten Falle, ursprünglich im Feldspath, aus welchem das Steinmark entstanden ist, eingewachsen gewesen sein.

Merkwürdig ist die Beziehung zwischen Turmalin und Zinnstein. Auf allen Zinngängen in der Granitparthie von *Eibenstock* nimmt dieser mit jenem zu, und viele Seifenwerke zeigen sich da am ergiebigsten, wo Turmalin häufig vorhanden ist **). Welche Beziehung zwischen diesen beiden sich mineralogisch und chemisch so fremden Mineralien statt finden mag, ist für jetzt nicht zu ergründen.

Das Vorkommen des Zinnsteins in Nestern oder Trümmern von Turmalin, so wie manchmal in kleinen Krystallen in Quarzdrusen, auf den Krystallflächen sitzend (Oppe), und in Drusenräumen des Topasfels zeigt, wie noch andere später angeführte Erscheinungen, unwiderleglich, dafs er durch Gewässer in diese Orte seines Vorkommens geführt worden ist.

Der Zinnstein von *Cornwald* enthält ausser der Kieselsäure nur 0,25 Eisen, der von *Schlackenwalde* in *Böhmen* blofs 0,5 Eisen (Klaproth), der im Sande der Grafschaft *Wicklaw* in *Irland*, ausser der Kieselsäure, 2,41 Eisenoxyd (Mallet), endlich der von *Finbo* bei *Fahlun* 1,4 Eisen-, 0,8 Manganoxyd und 2,4 Tantalsäure (Berzelius). Letzterer vermuthet,

dafs die Zinnerzgänge stets älter, als die Eisenerzgänge sind, zu sprechen scheint. Der andere Fall kann seine Erklärung nur darin finden, dafs sich die Ingredienzien der Gewässer nach und nach verändert hatten. Hatten die letzteren das Zinnerz aus einem gewissen District des Nebengesteins gröfstentheils fortgeführt und in den Gängen abgesetzt, kam hierauf die Zersetzung Eisenoxydul - haltiger Mineralien des Granit an die Reihe: so kam nur das Eisenerz zum Absatze.

*) Der Arsenikkies tritt auf den *Sächsischen* Zinnerzgängen manchmal in solcher Frequenz auf, dafs man oft beim Rösten der Zinnerze beträchtliche Mengen von arseniger Säure erhalten hat.

**) Oppe a. a. O. S. 147.

dafs diese geringen Mengen Eisen- und Manganoxyd dem Zinnstein von *Finbo* wesentlich seien.

Der Zinnstein kommt in seinem chemischen Verhalten mit dem künstlich dargestellten Zinnoxyd in seiner unlöslichen Modification überein. Man kennt keine Pseudomorphosen nach Zinnstein; aber dieser kommt in Formen von Feldspath vor, und auch diefs setzt die Gegenwart des Zinnoxyd in Gewässern voraus. Die Feldspathkrystalle bestehen aus einem feinkörnigen Aggregat von Zinnerz und Quarzkörnchen, wovon die letzteren, nach Daubrée, 10 bis 75 Proc. betragen sollen. Sie sind nicht selten zersprungen und wieder durch kleine Zinnerzkrystalle zusammengekittet. Manche sollen auch, nach Anker, in der Mitte von Zinnerz durchdrungen sein, während die beiden Enden noch aus vollkommen reinem Feldspath bestehen *).

Kjerulf analysirte in meinem Laboratorium einen Zinnoxyd-haltigen Feldspathkrystall aus *St. Agnes*, der etwas mürbe und leicht zu zerreiben war. In einem von seiner Analyse übrig gebliebenen Bruchstücke bestimmte ich die Alkalien.

	I	II	
Kieselsäure . .	25,49		35,47 Feldspathsubstanz
Thonerde . . .	6,65	+ 0,41	
Kali	3,00	+ 3,17	
Natron	0,33		
Eisenoxyd . .	9,82		61,36 Unreiner Zinnstein
Manganoxyd und Magnesia . .	2,14		
Zinnoxyd . .	47,82		
Glühverlust . .	1,58		
	96,83 **)		96,83

I. Die Analyse der Pseudomorphose als ein Ganzes.

*) Blum die Pseudomorphosen S. 274.

**) Wegen Mangel an Material konnte nicht durch Wiederholung der Analyse die Ursache des bedeutenden Verlustes ermittelt werden.

II. Die Mengen der Thonerde und der Alkalien, welche zu den gefundenen addirt werden müssen, um die Mischung des Feldspath nach seiner bekannten Formel zu erhalten. Wir haben uns daher zu denken, dafs nahe $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Feldspathsubstanz durch das Zinnoxyd und seine Begleiter verdrängt, und dafs aus dem Reste derselben Thonerde und Alkalien in den angegebenen Verhältnissen fortgeführt wurden; Verdrängung und theilweise Zersetzung fanden also gleichzeitig statt. In denjenigen Pseudomorphosen hingegen, in welchen sich Quarz findet, scheint die Zersetzung des Feldspath bis zu dem Grade fortgeschritten zu sein, dafs sich die Kieselsäure desselben als Quarz ausschied. Findet sich gleichzeitig neben Quarz Glimmer (Bd. I. S. 303): so ist mit gutem Grunde zu vermuthen, dafs diese Substanzen die Zersetzungproducte des Feldspath sind.

Dafs die Gewässer, welche aus dem analysirten pseudomorphen Krystall den gröfsten Theil der Feldspathsubstanz fortgeführt haben, sehr eisenhaltig waren, zeigt die bedeutende Menge Eisenoxyd. Ob aber dieses in irgend einer Beziehung zu dem gleichfalls aufgelösten Zinnoxyd gestanden habe, oder ob es blofs ein coordinirter Bestandtheil der Gewässer war, ist nicht zu entscheiden. Das letztere dürfte wahrscheinlicher sein, da kohlensaures Eisenoxydul wohl in keinem Wasser gänzlich fehlt.

Breithaupt *) beschreibt ein „weifses Zinnerz aus *Cornwall.*" Plattner fand darin, nach vorläufigen Versuchen, neben Kieselsäure und Thonerde, 36,5 Zinnoxyd. Da mithin in diesem Erze ein Zinnoxydsilicat zu erwarten war, so bat ich meinen verehrten Freund Breithaupt, mir davon zur Analyse zu senden. Ich fand es zusammengesetzt aus:

*) Poggend. Ann. Bd. LXIX. S. 435.

			Sauerst.	
Kieselsäure	.	51,57	26,78	
Zinnoxyd	.	38,91	8,32	11,55
Thonerde .	.	4,53	2,12	
Eisenoxyd	.	3,55	1,06	
Kalk . .	.	0,16	0,05	
Glühverlust	.	0,43	—	
Verlust .	.	0,85	—	
		100,00		

Ein einfaches Sauerstoff-Verhältnifs giebt sich nicht zu erkennen; das Zinnerz erscheint daher als ein Gemeng verschiedener Substanzen. Breithaupt bemerkt auch, dafs es mit weifsem krystallinischen Quarz, wenig dunkelbraunem Zinnerz und mit Eisenkies gemengt ist. Da sich diese Gemengtheile nicht absondern liefsen: so war ein bestimmtes Mischungsverhältnifs nicht zu erwarten, wie diefs auch die Differenz zwischen dem von Plattner und von mir gefundenen Zinngehalt andeutet. Das Erz ist zwar derb, und der Bruch meist klein und flachmuschlig; doch ist es, nach Breithaupt, jeden Falls der Krystallisation fähig, da es an einigen Stellen undeutliche Spaltungsrichtungen zeigt. Nach allem diesen ist es nicht zweifelhaft, dafs dieses Erz wesentlich ein Zinnoxydsilicat ist, und diefs ist, weil eine solche Verbindung noch nicht gefunden worden, sehr interessant. Es erscheint als möglich, dafs dieses Zinnoxydsilicat eine Pseudomorphose nach Feldspath, mit Verlust der früheren Form, sein könnte, so dafs Zinnoxyd den gröfsten Theil der Thonerde verdrängt hätte. Auf Alkalien habe ich nicht geprüft, sollten sie aber auch vorhanden sein: so könnten sie, da sich nur ein geringer Verlust ergeben hat, jeden Falls nur wenig betragen.

Die vorstehende Analyse berechtigt zu der Annahme, dafs in denjenigen zinnhaltigen Mineralien, welche, ausser Kieselsäure, keine andere Säure enthalten, das Zinnoxyd gleichfalls als Silicat vorhanden sein kann. So enthält Manganepidot 0,4 Zinn- und Kupferoxyd, Euklas 0,7 und Thorit 0,01 Zinnoxyd. In welchen Verbindungen, oder ob blofs einge-

sprengt, die geringen Mengen Zinnoxyd im Tantalit und Columbit (S. 1960), im Pyrochlor (S. 1961), Fergusonit (S. 1962), Yttrotantalit (1,04—2,59 zinnhaltige Wolframsäure), Oerstedtit, Polymignit, Aeschynit (S. 1959) enthalten sind, ist nicht zu entscheiden. Im Monazit erscheint das Zinnoxyd (2,1), nach K e r s t e n, an Phosphorsäure gebunden, nach H e r m a n n soll es aber darin als Stannat, welches beim Schlämmen in silberweifsen Blättchen zurückbleibt, vorhanden sein. Spuren von Zinnoxyd finden sich auch im Uranit von *Autun* (0,06) und im brasilianischen Anatas (0,2).

Folgende Versuche wurden angestellt, um einige Aufklärung über mögliche Verbindungen des Zinnoxyd im Mineralreiche zu erhalten.

Setzt man zu einer Lösung von zinnsaurem Kali, welches aus Zinnoxyd in seiner unlöslichen Modification dargestellt worden, eine Lösung von kieselsaurem Kali, und leitet man dadurch anhaltend Kohlensäure: so entsteht ein weifser gallertartiger Niederschlag, der den ganzen Raum der Flüssigkeit einnimmt. In Wasser eingerührt, setzt er sich bald zu Boden, und kann daher leicht ausgewaschen werden. Schwefelwasserstoffgas zeigte in der vom Niederschlage abgegossenen und mit Salzsäure angesäuerten Flüssigkeit keine Zinnsäure mehr an.

Schwefelwasserstoffgas zersetzt den in Wasser eingerührten Niederschlag nicht, sondern nur dann, wenn vorher Salzsäure zugesetzt wird. Zinnsäure, durch Zersetzung des zinnsauren Kali mittelst Salzsäure erhalten, in Wasser eingerührt und Schwefelwasserstoffgas durchgeleitet, wird dagegen bald in schmutzig gelbes Schwefelzinn zersetzt. Wäre der aus Kieselsäure und Zinnsäure bestehende Niederschlag blofs ein Gemeng: so würde letztere gleichfalls durch Schwefelwasserstoff gelb gefärbt werden. Beide Säuren müssen daher chemisch mit einander verbunden sein, und dafür spricht auch, dafs jener Niederschlag sich im Wasser schnell absetzt, und dafs dieses sich vollständig klärt, während die durch Zersetzung des zinnsauren Kali mittelst Kohlensäure erhaltene Zinnsäure sich sehr schwierig absetzt und das Abwaschewasser sich um so mehr trübt, je mehr das kohlensaure Kali weggewaschen wird.

Da die Kieselsäure in ihren Verbindungen nie als Base auftritt, das Zinnoxyd sich aber mit starken Säuren verbindet: so ist der erwähnte Niederschlag als ein Zinnoxydsilicat zu betrachten *). Wir haben daher einen zweiten Grund, in Mineralien, welche Kieselsäure und Zinnoxyd enthalten, ein solches Silicat als existirend anzunehmen. In der Unzersetzbarkeit des kieselsauren Zinnoxyd durch Schwefelwasserstoff unterscheidet sich dieses Silicat von den Silicaten der elektropositiven Metalle, welche, im Wasser suspendirt, so leicht von Schwefelwasserstoff zersetzt werden.

Da man künstlich alle dem Versuche unterworfene Basen mit der Zinnsäure in Verbindung gebracht hat: so könnte man vermuthen, dafs zinnsaure Salze auch im Mineralreiche vorkommen mögen. Die zinnsauren Alkalien sind sehr leichtlösliche Salze; sollten sie im Mineralreiche vorkommen: so würde ihre Extraction durch Gewässer leicht zu begreifen sein. Läfst man Kohlensäure durch eine Lösung von zinnsaurem Kali so lange strömen, bis alles Kali mit Kohlensäure gesättigt ist, und zersetzt man das kohlensaure Kali in der abfiltrirten Flüssigkeit mit Salzsäure: so entsteht eine milchige Trübung durch ausgeschiedene Zinnsäure, welche aber durch überschüssige Salzsäure wieder verschwindet. Schwefelwasserstoffgas färbt die Flüssigkeit sehr merklich gelb. Die darin enthaltene Zinnsäure war daher durch das kohlensaure Kali aufgelöst; denn ihre Löslichkeit in demselben ist bekannt, und sie zeigte sich auch beim Auswaschen der, aus dem zinnsauren Kali durch Kohlensäure gefällten Zinnsäure, wobei sich diese forwährend verminderte, und selbst dann noch, als das Abwaschewasser kaum noch alkalich reagirte. Die zuerst abfiltrirte Flüssigkeit, welche kohlensaures Kali enthielt, war klar; das Abwaschewasser ging aber trübe durch das Filtrum. Später klärte es sich jedoch so weit, dafs es nur noch etwas opalisirte. Dieses letzte Abwaschewasser zur Trockne abgedampft, liefs einen weifsen Rückstand, der nach dem Glühen 0,54 Proc. betrug und aus 0,206 Zinnsäure und 0,334 kohlensaurem Kali bestand. Die Zinnsäure ist daher, geologisch genom-

*) Kiesel-Zinnfluorid wird an der Luft leicht zersetzt, wobei sich kieselsaures Zinnoxyd abscheidet.

men, sehr leichtlöslich in einem Wasser, welches nur wenig mehr kohlensaures Kali als von ihr enthält.

Dieser Versuch wurde mit natürlicher Zinnsäure wiederholt und dazu Zinnstein nach Feldspath von *St. Agnes* angewendet. Fein gepülvert und geschlämmt wurde er in Wasser gebracht, welches eine geringe Menge kohlensaures Kali enthielt. Nach sieben Tagen wurde die filtrirte Flüssigkeit zur Trockne abgedampft und wieder in einer geringen Menge Wasser aufgelöst. Die Lösung war unklar, wurde aber durch Salzsäure ganz klar, und durch Schwefelwasserstoff schmutzig gelb gefärbt. Unzweifelhaft ist es daher, dafs Zinnstein, wenn er in Berührung kommt mit Gewässern, welche kohlensaure Alkalien enthalten, nach und nach aufgelöst wird.

Die aus zinnsaurem Kali durch Kohlensäure gefällte Zinnsäure löst sich leicht und vollständig in Salzsäure, Schwefel- und Salpetersäure auf. Die zur Darstellung des zinnsauren Kali angewendete Zinnsäure in ihrer unlöslichen Modification geht also durch diese Zersetzung in ihre lösliche Modification über.

Kieselsaures Zinnoxyd ist in einer kalten Lauge von kohlensaurem Kali, so wie in reinem Wasser löslich.

Als dieses Silicat mit Wasser, welches $\frac{1}{33}$ kohlensaures Kali enthielt, 24 Stunden lang in Berührung blieb, hatte sich 1 Th. Silicat in 164000 Th. Lauge gelöst. Die Menge des Rückstandes nach dem Abdampfen war für eine genaue Untersuchung zu gering. Als er aber in Wasser eingerührt mit Schwefelwasserstoff zersetzt wurde, schieden sich neben gelbem Schwefelzinn weifse Flocken von Kieselsäure ab. Das kieselsaure Zinnoxyd war daher durch kohlensaures Kali nicht oder doch nur theilsweise zersetzt worden.

Als kieselsaures Zinnoxyd 48 Stunden lang mit reinem Wasser in Berührung blieb, hatte sich 1 Th. desselben in 123614 Th. Wasser aufgelöst *).

*) Dieses Silicat scheint daher in reinem Wasser noch leicht löslicher als in einer verdünnten Kalilauge zu sein. Es ist indefs zu bemerken, dafs jene Lösung mehr als 5 Mal so viel betrug, als diese; je gröfser aber die Menge der Lösung, desto genauer

Obgleich die Existenz der zinnsauren Kalkerde im Mineralreiche mit wenig Wahrscheinlichkeit zu vermuthen ist: so erschien es doch von Interesse, die chemischen Verhältnisse dieser Verbindung zu ermitteln. Sie wurde aus einer Lösung von zinnsaurem Kali mit einer im Ueberschusse zugesetzten Lösung von schwefelsaurem Kalk niedergeschlagen. Der weifse Niederschlag setzte sich schnell ab und die Flüssigkeit klärte sich sehr bald. Als Kohlensäure 2 Tage lang durch den im Wasser suspendirten zinnsauren Kalk geleitet wurde, brauste das, was sich nicht aufgelöst hatte, nicht im mindesten mit Säuren. Als aber die davon abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockne abgedampft wurde, blieb ein Rückstand, der sich mit starkem Aufbrausen in Salzsäure auflöste und eine nur wenig unklare Lösung gab, welche durch Schwefelwasserstoff schmutzig gelb gefärbt wurde. 8450 Th. kohlensauren Wassers gaben 1 Th. Rückstand; da er aber geglüht worden, so hatte er ohne Zweifel etwas Kohlensäure verloren. Der zinnsaure Kalk verhält sich gegen Kohlensäure wie die kieselsaure Magnesia, welche im suspendirten Zustande gleichfalls nicht durch Kohlensäure zersetzt wird (Bd. I. S. 510).

Da der zinnsaure Kalk blofs im aufgelösten und nicht im suspendirten Zustande durch Kohlensäure zersetzt wurde: so mufs man vermuthen, dafs das entstandene Kalkbicarbonat einen Theil der ausgeschiedenen Zinnsäure aufgelöst hatte, und dafs mithin dieses Carbonat, wie die alkalischen Carbonate, die Zinnsäure aufzulösen vermag. Die Löslichkeit der zinnsauren Kalkerde im reinen Wasser konnte noch bestimmt werden, denn 111547 Th. einer solchen Lösung gaben nach dem Abdampfen 1 Th. Rückstand. Auch dieser Rückstand brauste mit Salzsäure, selbst beim Kochen löste er sich aber

ist die Gewichtsbestimmung der Rückstände solcher schwerlöslicher Substanzen. Dazu kommt, dafs das kieselsaure Zinnoxyd mit dem reinen Wasser zwei Mal so lang als mit der Lauge in Berührung blieb. Bei so schwerlöslichen Substanzen scheint aber die Zeit einen wesentlichen Einflufs auf die Menge des Gelösten zu haben. Ein beträchtlicher Unterschied zwischen der Löslichkeit in einer verdünnten Lauge und in reinem Wasser scheint jedoch keineswegs stattzufinden.

nicht ganz auf. Er bestand aus viel kohlensaurem Kalk und wenig Zinnoxyd. Die geringe Menge Kohlensäure im destillirten Wasser hatte daher die Zersetzung der zinnsauren Kalkerde bewirkt *), und gewifs hatte auch hier der gebildete kohlensaure Kalk das Zinnoxyd aufgelöst. In diesem, wie in dem vorhergehenden Versuche, war der Rückstand blofs ein Gemeng aus kohlensaurem Kalk und Zinnoxyd.

Zinnsaurer Kalk in Wasser eingerührt und Schwefelwasserstoffgas durchgeleitet, wird zersetzt; denn das weifse Salz färbt sich nach einiger Zeit gelb.

Die vorstehenden Versuche haben Lösungsmittel der Zinnsäure und derjenigen ihrer Verbindungen, welche als möglich im Mineralreiche gedacht werden können, kennen gelehrt. Die in den Gewässern so sehr verbreiteten Carbonate der Alkalien und der alkalischen Erden sind diejenigen Lösungsmittel, deren Wirksamkeit die meiste Wahrscheinlichkeit hat. Im Granit, in dem Hauptfundorte des Zinnsteins, haben wir kohlensaure Alkalien als Zersetzungsproducte des Feldspath und selbst kohlensauren Kalk, wenn kalkhaltiger Feldspath (Oligoklas) vorhanden ist.

Der Granit von *Zinnwald* in *Sachsen* ist grofsentheils etwas zersetzt. Mit ihm wechseln grofse Nester von Greisen (ein körniges Gestein aus Quarz, Glimmer und etwas Zinnstein), welche in Granit übergehen. Aus diesem Gesteine, und zwar in sehr grofs krystallinischer Form, bestehen auch die vielen Lager, welche den ganzen Greisen-Granit-Kegel parallel mit seiner Oberfläche durchziehen. In Drusen, welche Quarz und Glimmer in diesen Lagern bilden, kommen Zinnstein, Wolfram und Flufsspath in gröfseren Krystallen vor. Die parallelen Gänge, welche das ganze Lagersystem durchsetzen, bestehen zwar meist aus zersetztem Granit und Greisen und aus Letten, wo sie aber krystallinisch sind, finden sich dieselben Mineralien, welche die Lager und den Greisen

*) Diefs ist ein abermaliger Beweis, wie sich die geringsten Mengen Kohlensäure in Gewässern noch wirksam zeigen. Die im Mineralreiche circulirenden Gewässer enthalten gewifs stets bei weitem mehr Kohlensäure als das destillirte Wasser, und wirken daher kräftiger als dieses.

zusammensetzen. Wenn, bemerkt v. Weissenbach *) mit vollem Rechte, die Mineralien in den Lagern nicht von fern her zugeführt worden sein können, sondern von der Gebirgsmasse selbst herrühren müssen: so führt die ganz analoge Zusammensetzung der sie durchsetzenden Gänge zu derselben Annahme.

Das Vorkommen des Zinnsteins in Quarzgängen **) oder mit Quarz zeigt deutlich, dafs Ausscheidungen von Quarz und Zinnstein coordinirte Processe waren. In der Zinnerz-Formation zu *Altenberg* erscheint das Nebengestein verkieselt und diese Verkieselung zieht sich bis in die feinsten Klüftchen, obgleich in dieser Formation die Gangmassen selbst nur wenig Quarz enthalten. Der Porphyr und der Gneifs gehen dadurch neben den Saalbändern der Gänge und Klüfte in Hornstein, der Granit in Greisen über. Dieselbe Umwandlung des Granit begleitet auch die Zinntrümmer des Stockwerks zu *Geyer*, so wie die im Granit aufsetzende Zinnerz-Formation bei *Johanngeorgenstadt*. So weit als in den meisten Zinnerz-Formationen das Nebengestein verkieselt ist, zeigt es auch die feinste Imprägnation mit Zinnstein. Bei *Annaberg*, *Breitenbrunn* u. s. w., giebt es Gangtrümmer, welche nur wenig oder gar keinen Zinnstein führen, und die nur wegen des damit imprägnirten Nebengesteins abgebaut werden ***): eine Erscheinung, welche klar zeigt, dafs das Zinnerz nicht aus den Gängen in das Nebengestein, sondern umgekehrt aus diesem in jene gedrungen sein kann †).

Die Kieselsäure, welche die Verkieselung bewirkt hat, rührt von zersetztem Feldspath her (S. 1277); daher dessen Abnahme im umgewandelten Porphyr, Gneifs und Granit. Gewässer mögen aber auch die Kieselsäure von entfernten Puncten zugeführt und dadurch die Umwandlung des Gesteins

*) Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse S. 44.

**) Auch bei *Maupas* (*Morbihan*) und bei *Villedec* findet sich der Zinnstein in kleinen Nestern oder vielmehr als einzelne Krystalle in Quarzgängen im Granit, welche sich auskeilen. Annal. des mines (4. sér. T. VII. P. 181.

***) v. Weissenbach und Oppe a. a. Orten.

†) Paragenesis S. 121.

in diesen Hornstein bewirkt haben. Die Umwandlung des Feldspath in Glimmer (Bd. II. S. 303), die Verdrängung desselben durch Zinnstein geben ein klares Bild von dem Processe beim Uebergange des Granit in Greisen. Jene Umwandlung mufste mit einer Ausscheidung von Kieselsäure verknüpft sein, bei dieser Verdrängung zeigt sie sich manchmal wirklich. Ist der Feldspath amorph, wie zu *Eibenstock*, wo er sich oft in Quarz und in Kaolin oder Steinmark umgewandelt findet *): so krystallisirte der ihn verdrängende Zinnstein in seiner eigenen Krystallform.

Kann die Zinnsäure, welche bei der Umwandlung des Granit in Greisen zum Vorschein kommt, nur im Granit gesucht werden: so mufs sie darin entweder als Zinnstein oder in irgend einer Verbindung existiren. Breithaupt **) führt mehrere Granite im *Erzgebirge* an, welche Zinnerz eingesprengt führen. Selbst der *Sächsische* Topasfels und der Porphyr des Stockwerks enthalten Zinnerz. Von einigen Greisen und Glimmerschiefern ***) vermuthet er dasselbe. Dieses Zinnerz ist gewöhnlich so fein eingesprengt, dafs es nicht mineralogisch, sondern erst durch Aufbereitung erkannt werden kann.

Wurde in einem solchen Granit der Feldspath zersetzt: so bildeten sich kohlensaure Alkalien, die, von den Gewässern aufgenommen, die allmälige Auflösung des Zinnsteins bewirkten. Aus dieser Auflösung krystallisirte dann der Zinnstein in gröfseren Krystallen und in gröfsten in Drusenräumen, in welche die Auflösung gedrungen war. Gleichzeitig schied sich aber auch aus dem zersetzten Feldspath Kieselsäure als Quarz ab, und dieselben Gewässer, die den Zinnstein enthielten, führten auch die Kieselsäure fort. Daher findet sich auch jener meist im Quarz, aber auch streifenweise mit diesem wechselnd, wie zu *Eibenstock* in *Sachsen* †). Breithaupt

*) Oppe a. a. O.

**) A. a. O.

***) Nach Oppe (S. 151) sind die Schiefergesteine, wie der Granit in der Nähe zinnführender Gänge in der Regel mit Zinnerz imprägnirt, und werden auf ihren Zinngehalt benutzt.

†) Oppe a. a. O. S. 133 ff.

führt an, dafs in den Zinnerz-Pseudomorphosen nach Feldspath, von *Botallack* in *Cornwall*, dieser sich in Thon umwandelte, welcher ganz oder theilweise fortgeführt wurde, während das Zinnerz an dessen Stelle trat. Man findet Stücke, die nur aus Thon bestehen, andere, welche mehr oder weniger Zinnerz enthalten und wieder andere, deren Formen ganz von reinen Zinnerzkryställchen erfüllt sind. Das Steinmark, welches, nach Breithaupt *), hier und da das Zinnerz und den Quarz begleitet und auch Zinnerz einschliefst (S. 2024), ist gleichfalls ein Zersetzungsproduct des Feldspath. Auch zu *Eibenstock* kommen als Begleiter des Zinnerzes Steinmark und Kaolin vor. Die dortigen Gänge sind mit einem feinkörnigen Gemenge aus vorwaltendem Feldspath und Quarz erfüllt, und oft sehr zinnreich. Innerhalb der Schiefergesteine ist dasselbe meist in Letten, und innerhalb des Granit an einzelnen Puncten in Kaolin umgewandelt. Sind grofse Quarzkörner vorwaltend: so erscheint die Gangmasse arm an Zinnerz **).

Alle diese Verhältnisse zeigen eine unverkennbare Beziehung zwischen Feldspath und Zinnerz. Wir glauben zur Genüge gezeigt zu haben, dafs diese Beziehung darin besteht, dafs der Feldspath durch seine Zersetzung das Lösungsmittel für den Zinnstein liefert, und dafs dieser dadurch fortgeführt und in Gängen und Drusenräumen wieder abgesetzt wird.

Kein Erz stellt sich in so einfachen Verhältnissen dar, wie das Zinnerz. Daher war auf chemischem Wege keine andere Aufgabe zu lösen, als das Lösungmittel dieses Erzes aufzusuchen; denn weiter als bis zur Existenz des Zinnsteins in krystallinischen Gesteinen gehen zu wollen, würde nur zu leeren Speculationen führen. Wohl uns, wenn wir von den meisten anderen Erzen in den Gängen mit derselben Evidenz ihren Ursprung aus dem Nebengesteine, wie vom Zinnerze nachweisen könnten.

Der Umstand (S. 2030), dafs eine verdünnte Lösung von kohlensaurem Kali selbst vom Zinnsteine so viel auflöste, dafs Schwefelwasserstoff noch eine deutliche schmutzig gelbe

*) S. 141. 144 und 147.

**) Oppe a. a. O.

Färbung hervorbrachte, zeigt die mögliche Entstehung des zweiten und letzten Zinnerzes, die des Zinnkieses.

Anatas, auf Gängen und Kluftflächen im Diorit, in Drusenräumen von Glimmerschiefer, auf Klüften im Gneifs und Chloritschiefer, auf Magneteisen-Lagerstätten und im Diluvium und Alluvium, ist Titansäure. Der brasilianische enthält Titansäure 98,36, Eisenoxyd 1,11, Zinnoxyd 0,2 (Damour).

Rutil, im Gneifs *) und Glimmerschiefer und auf deren Klüften und Drusenräumen (auf Eisenglanz **) und Bergkrystall), im Chloritschiefer, Granit, Diorit, körnigem Kalk,

*) Der Gneifsglimmerschiefer bei *Hohenthann* und *Thannhausen*, südlich vom *Fichtelgebirge*, ist in einer Ausdehnung von $\frac{1}{16}$ Quadratmeile ganz mit Rutil imprägnirt. Es finden sich darin Stücke bis 1 Unze Gewicht. Er kommt besonders in der Nähe der im Gestein eingelagerten Quarzite vor und zwar gewöhnlich halb darin eingewachsen, nicht im Innern derselben. Er enthält 13,9 Eisenoxydul. H. Müller im Korrespondenz-Blatt des zoologisch-mineralogischen Vereins in Regensburg. S. 42.

**) Volger (a. a. O. S. 457 ff.) macht aufmerksam, dafs Rutil, Anatas und Brookit noch nie in Gesellschaft mit frischem Eisenspath gefunden wurden, dafs aber ersterer in gewissen Gegenden ein fast nie fehlender Begleiter des Eisenglanzes und auch der Braun- und Gelbeisensteine im *St. Gotthard*-Gestein ist. Seine Untersuchungen führten ihn zu der Vermuthung, dafs kohlensaures Titanoxydul im dortigen Eisenspath enthalten sei, und dafs bei der Umwandlung desselben in Gelbeisenstein titansaures Titanoxydul gebildet, und durch Oxydation zu Titansäure werde.

Die Existenz eines Titanoxydul ist, zu Folge mehrfacher Versuche, wahrscheinlich. Die elektronegativen Metalloxyde verbinden sich in der Regel nicht mit Kohlensäure; doch macht das Chromoxydul und Chromoxyd eine Ausnahme. Es wird sehr schwierig werden, die Gegenwart eines kohlensauren Titanoxydul in Eisenspathen nachzuweisen; sollte es gelingen: so würde diefs das erste Beispiel einer im Mineralreiche existirenden Verbindung eines elektronegativen Metalloxyd mit Kohlensäure sein; denn die Carbonate der Chromsäure sind nur künstliche Bildungen.

Volgers, an neuen Thatsachen reiches Werk (S. 1936) erhielt ich, als der Druck dieses Kapitels schon begonnen hatte, daher konnte ich nur an wenigen Stellen darauf Bezug nehmen.

auf Quarzgängen und Magneteisen-Lagerstätten, im Sande der Flüsse und in der Dammerde u. s. w., ist Titansäure. Rutil von *St. Yrieix* besteht aus Titansäure 97,6, Eisenoxyd 1,55 (Damour), von *Freiberg* Titansäure 96,75 Eisenoxyd und Magneteisen 2,4 (Kersten).

Brookit mit Anatas u. s. w. zu *Oisans* in der *Dauphinée,* und zu *Snowdon* in *Wales,* ist Titansäure, und enthält höchstens 1,41 Eisenoxyd (H. Rose). Brookit, von der Ostküste des *Ural* in den Goldseifen, besteht aus Titansäure 94,09, Eisenoxyd 4,5 *).

Arkansit, von *Magnet Cove, Hot-Springs-County* in *Arkansas* ist gleichfalls reine Titansäure (Rammelsberg und Whitney).

Das Vorkommen, namentlich des Anatas und Rutil auf Gängen, Klüften u. s. w. weiset darauf hin, dafs diese Titansäure nicht eine ursprüngliche Bildung, sondern aus der Zersetzung von Titanaten hervorgegangen ist.

Jüngere Metalloxyde.

Wir reihen an vorstehende elektronegative Metalloxyde die übrigen, und lassen die elektropositiven folgen. Von allen diesen, vielleicht nur mit Ausnahme von Chromeisen, ist es unzweifelhaft, dafs sie zu den jüngsten Bildungen gehören.

Wolframocher, auf kleinen Adern in Quarz nur bei *Huntington* in *Connecticut*, ist natürliche Wolframsäure. Da durch Zersetzung des Wolframit Wolframsäure ausgeschieden und der Wolframocher von Wolframit und Scheelit beglei-

*) Rutil, Brookit und Anatas bieten ein ausgezeichnetes Beispiel der Trimorphie eines Körpers dar, in deren Gliedern die Titansäure sich durch ein verschiedenes spec. Gewicht unterscheidet; beim Glühen nimmt aber der Anatas das Gewicht des Brookit und später das des Rutil an, und der Brookit selbst erlangt das Gewicht des Rutil. Es wird also durch Einwirkung der Wärme die eine Substanz in die andere verwandelt, und ganz dieselben Verhältnisse wiederholen sich bei der künstlich dargestellten Titansäure. H. Rose in Poggend. Annal. Bd. LXI. S. 507.

tet wird: so ist seine Bildung leicht zu begreifen. Nach Anthon soll sich Wolframsäurehydrat in 250 bis 300 Th. kaltem, und in 30 Th. kochendem Wasser lösen. Nach meinen Versuchen fordert es aber 24419 Th. kaltes Wasser zur Lösung*).

Molybdänocher als Ueberzug auf Molybdänglanz, aus dem er wahrscheinlich durch Oxydation hervorgegangen ist, ist natürliche Molybdänsäure. Die künstliche wässrige Molybdänsäure löset sich, nach Bucholz, in 500 Th. kaltem, in weit weniger heifsem, nach Hatchett in 960 Th. heifsem Wasser. Da der Molybdänocher in Salzsäure leichtlöslich ist (v. Kobell): so ist zu erwarten, dafs er sich auch noch merklich im Wasser lösen werde.

Tellurige Säure. In Drusenräumen eines Quarzes in *Siebenbürgen*, worin gediegen Tellur fein eingesprengt vorkommt, fand Petz in ganz kleinen Kugeln ein Mineral, welches sich vor dem Löthrohre wie tellurige Säure verhielt.

Chromeisen, in Nestern, Trümmern, auf Lagern und Gängen im Serpentin und talkigen Gesteinen, auch lose im Sande, ist eine Verbindung von Chromoxyd (oder Chromoxydul, nach Moberg) mit Eisenoxydul und Thonerde und manchmal auch mit Magnesia und Kieselsäure. Die Menge des Chromoxyd beträgt 36—65,6, die des Eisenoxydul 18,4—37 und die der Thonerde 2—21,5 (Klaproth, Vauquelin, Pfaff, Laugier, Seybert, Abich, Moser, Hunt, Rivot, Garret, J. Starr, C. Bechi)**).

Das Chromeisen beim Dorfe *Texas* in *Chester-County* ist von Nickelsmaragd (S. 2002) durchwachsen; daher vermuthete Garret, dafs das Nickeloxyd aus dem Chromeisen stamme, und er fand darin wirklich 2,28. Auch Starr fand in einem Chromeisensand, der durch Bäche aus dem Serpentingebirge von diesem Fundorte fortgeführt worden, 0,1 Nikkel. Dieses Chromeisen ergab sich als eine Verbindung aus 3 At. Chromeisen und 2 At. Magneteisen.

Chromocher, als Ueberzug und als Ausfüllung kleiner

*) Anthon's Wolframsäure wurde nicht auf Kali geprüft, welches, wenn vorhanden, die Löslichkeit sehr befördert haben könnte.

**) Jahresbericht von Liebig und Kopp 1852. S. 851.

Höhlungen im Chromeisen, so wie in zersetzten Gesteinen (Porphyr) und deſshalb im Thon und Kaolin, ist Chromoxyd (Drappiez, Duflos, Zellner, Wolff). Die Menge des Chromochers in diesen Zersetzungsproducten beträgt 2—10,5. Auch der auf Nestern und Adern im Gouvernement *Perm* vorkommende Wolchonskoit erscheint als ein thonartiges Zersetzungsproduct, in welchem das Chromoxyd 18—34 beträgt.

Chromsäure kann eben so wenig, wie Arseniksäure, im Mineralreiche vorkommen, da sie sehr leichtlöslich im Wasser und zerfliefslich ist.

Vanadinsäure soll ein gelber, pulveriger Beschlag auf gediegenem Kupfer der *Cliff*-Grube am *Lake Superior* sein (Teschemacher) *). In Verbindung mit Kieselsäure fand er sie auch in einer Erde von *Isle Royale.* Foster und Whitney **) konnten aber in jener Grube kein Vanadin finden.

Antimonblüthe, Weiſsspieſsglanzerz, auf Erzgängen im Gneiſs, Glimmerschiefer und in der Grauwacke mit anderen Antimon-Verbindungen (das von Klaproth untersuchte war auf Bleiglanz lose aufgewachsen) ist reines Antimonoxyd (H. Rose). Eine Abänderung von *Wolfach* enthielt, ausser 91,7 Antimonoxyd, 1,2 Eisenoxyd und 0,8 Kieselsäure, noch 6,3 metallisches Antimon (Suckow). Antimonblüthe findet sich zu *Allemont* in der *Dauphinée* ***) als Oxydationsproduct von gediegenem Antimon in dessen Form; zum Theil zeigt sich jedoch eine feinfaserige oder strahlige Textur, welche jene verwischt. Es ist wahrscheinlich, daſs jene Abänderung ebenfalls ein Umwandlungsproduct aus Antimon ist. Antimonblüthe erscheint auch als Zersetzungsproduct des Antimonglanzes in dessen Form; häufig verschwindet aber dieselbe. Die Zersetzung geht von der Oberfläche aus, und kleine Nadeln des Antimonglanzes bilden im Innern meist noch einen Kern †). Bei dieser Umwandlung findet eine Gewichtsabnahme von 13,63, und eine Volumen-Abnahme von 28,43 statt; daher die Höhlungen in der Oberfläche des zersetzten

*) Silliman americ. Journ. (2) T. XI. P. 223.

**) A. a. O. P. 101.

***) Blum die Pseudomorphosen S. 31.

†) Ebend. S. 170.

Antimonglanzes, in welchem Krystalle von Antimonblüthe sitzen. Wittstein fand, dafs der angelaufene Antimonglanz 1,32 Schwefel weniger und 2,81 Antimon mehr, als der nicht angelaufene (beide von *Goldkronach*) enthält. Das sogenannte Anlaufen dieses Erzes erscheint daher als die Folge einer theilweisen Ausscheidung von Schwefel. Nach Buchner*) oxydirt sich theilweise gepülvertes Schwefelantimon (Ant. crud.) nach einigen Jahren, so dafs dann eine kochende Lösung von Weinstein eine nicht unbeträchtliche Menge Antimonoxyd auszieht. Kermes, längere Zeit aufbewahrt, oxydirt sich bekanntlich noch leichter. Man hat aber noch nicht ermittelt, ob sich auch der Schwefel oxydirt, oder ob derselbe einen Theil des Schwefelantimon in eine höhere Schweflungsstufe überführt. Die leichte Oxydirbarkeit dieses künstlichen Schwefelantimon zeigt sich schon beim Auswaschen mit lufthaltigem Wasser. Geben auch diese künstlichen Processe kein vollständiges Bild von den im Mineralreiche von Statten gehenden: so ist es doch interessant, diese bis zu einem gewissen Grade verfolgen zu können.

Antimonocher, auf Erzgängen im Glimmerschiefer, Granit, Porphyr, Diorit, auf Brauneisenstein- und Quarzgängen, mit anderen Antimon-Verbindungen und als Ueberzug derselben, namentlich des Antimonglanzes, ist als eine Verbindung von antimonsaurem Antimonoxyd zu betrachten, und scheint von nahe constanter Mischung zu sein.

Antimonocher

	I	II		III
Antimon . .	79,51	80,64	Antimonsäure	52,48
Sauerstoff . .	20,49	19,36	Antimonoxyd	47,52
	100,00	100,00		100,00

I enthält 4,63 Wasser und Spuren von Arsenik (Blum und Delffs). II von *Pereta* in *Toscana*; ein Wassergehalt ist nicht angegeben (Bechi). III berechnete Zusammensetzung. Antimonocher kommt gleichfalls als Zersetzungsproduct des Antimonglanzes vor; es scheint sogar, dafs er sich

*) Repertorium f. d. Pharmacie Bd. XIII. S. 202.

nur auf diese Weise bildet. Hierbei entstehen gewöhnlich erdige Aggregate, bisweilen ist aber noch, besonders bei kleinen Krystallen, die Form erhalten. Die Veränderung beginnt an der Oberfläche und schreitet in das Innere fort. Sehr häufig ist noch ein Kern von Antimonglanz vorhanden, manchmal wechseln auch Lagen von Antimonocher mit Antimonglanz in der Richtung der vollkommenen Spaltungsflächen: zum Beweise, dafs eingedrungene Gewässer die Umwandlung bewirkt haben. Kleine nadelförmige Krystalle erscheinen gänzlich umgewandelt *). Bei dieser Umwandlung findet eine Gewichts-Abnahme von 8,98 und eine Volumen-Abnahme von 20,7 statt. Damit stimmt überein, dafs die Antimonocher-Rinde bisweilen porös ist, und kleinere Krystalle manchmal hohl sind.

Antimonblende (Rothspiefsglanzerz), auf Erzgängen im Gneifs, Glimmerschiefer, Grauwacke, Thonschiefer und auf einem Brauneisensteingange in Grauwacke (Horhausen) besteht aus 1 At. = 30,14 Antimonoxyd und 2 At. = 69,86 Schwefelantimon (H. Rose). Auch diese findet sich in Formen von Antimonglanz, und es sind wieder dessen haar- und nadelförmige Krystalle, deren Spitzen umgewandelt erscheinen **). Diese Umwandlung ist eine halb vollendete von der des Antimonglanzes in Antimonblüthe, indem nur ein Theil des Schwefelantimon oxydirt wurde. Auch soll aus Antimonblende manchmal Antimonblüthe entstehen.

Das häufige Vorkommen des Antimon mit anderen Metallen und des Schwefelantimon mit anderen Schwefelmetallen sollte vermuthen lassen, dafs bei der Oxydation dieser Verbindungen antimonsaure Salze eben so häufig entstehen würden. Dafs solche Oxydationen wirklich von Statten gehen, zeigen die Zersetzungen der Rothgültig-, Schwarzgültig- und Fahlerze und des Bournonit (S. 1937, 1938, 1941 und 1945). Es könnte sein, dafs Antimonsäure zum Antimonoxyd eine gröfsere Verwandtschaft als zu den Metalloxyden hätte, mit deren Metallen das Antimon im Mineralreiche verbunden vorkommt; in diesem Falle würde sich bei den

*) Blum a. a. O. S. 171.

**) Blum ebend. S. 172.

Oxydationsprocessen immer nur antimonsaures Antimonoxyd bilden. Es könnten sich aber auch bei jenen Zersetzungen andere antimonsaure Metalloxyde bilden, welche von den Gewässern fortgeführt und bald wieder zersetzt würden; denn diese Salze werden leicht durch schwache Säuren zersetzt. (Kohlensäure fällt aus $\frac{1}{1}$ antimonsaurem Alkali $\frac{2}{1}$ saures Salz und Antimonsäurehydrat).

Arsenikblüthe, (arsenige Säure) auf Erzgängen, begleitet von Arsenik-Kobalt- Blei-Silber und anderen Erzen, äusserst selten krystallisirt, meist tropfstein- und krustenartig, welches ihren Ursprung aus wässerigen Lösungen anzeigt. Sie ist ein Oxydationsproduct von Arsenik-Verbindungen, häufig, wie es scheint, von Arsenikkies und auch von Realgar (S. 1936).

Das so häufige Vorkommen des Arsenik und Antimon in Mineralquellen zeigt Wege, welche die Oxydationsproducte der Arsenik- und Antimonerze genommen haben und noch nehmen, und eben deſshalb, weil die Fundorte, in denen sich diese finden, ungenügend zu ihrer Verwendung im Mineralreiche erscheinen: so ist es von Bedeutung, daſs vom Arsenik und Antimon so viel im aufgelösten Zustande auf die Oberfläche der Erde kommt.

Arseniksäure kann als solche in der Natur nicht vorkommen, da sie sehr leichtlöslich im Wasser und sogar zerflieſslich ist; aber häufig findet sie sich in den arseniksauren Salzen (S. 1987 ff.). Da aus arsenikhaltigen Mineralien Arsenikblüthe und diese Salze hervorgehen (S. 1952), und daher als gleichzeitige Bildungen erscheinen: so hält es Volger*) für wahrscheinlich, daſs sich arsenige Säure und Arseniksäure unter gleichen Bedingungen bilden, und daſs die höhere Oxydation zu Arseniksäure nur durch die Verwandtschaft der sich darbietenden Basen zu dieser Säure veranlaſst werde.

Die Leichtlöslichkeit der arsenigen Säure und die Schwerlöslichkeit der arseniksauren Metalloxyde in Verknüpfung mit dem seltenen Vorkommen der ersteren und dem häufigeren

*) A. a. O. S. 69.

der letzteren führt zu der Vermuthung, dafs nur ein geringer Theil der arsenigen Säure zum Absatze kommt.

Die Oxyde des *Eisens*, welche unter allen Metalloxyden in gröfster Menge auf Gängen und Lagern gefunden werden, s. S. 1325 ff., und ebendaselbst die Oxyde des *Mangan*. Die Oxyde beider Metalle sind sehr häufig gegenseitige Begleiter: geringe Mengen Mangan finden sich in den meisten Eisenerzen. Zu *Sterling* in *Massachusets* und zu *Neukirchen* im *Elsafs* kommen Verbindungen vor, in denen das Manganoxyd 22,7—56,3 beträgt.

Rothzinkerz, auf Lagern in Grauwacke mit Franklinit zu *Franklin* und *Sparta* in *New-Yersey*, ist Zinkoxyd mit 8—12 Proc. Mangan- und Eisenoxyd (Bruce und Berthier). Nach Whitney enthält aber das derbe, grobkörnige, in Franklinit eingesprengte Erz von *New-Yersey* nur Spuren von Mangan, dagegen 4,5 beigemengten Franklinit, und das grofsblättrige, von Magneteisen begleitete von *Sterling* 3,7 Manganoxyd und 0,1 Magneteisen. Das weifse erdige Mineral von dem es begleitet wird, ist dagegen kohlensaures Zinkoxyd. Rothzinkerz besteht daher wesentlich aus reinem Zinkoxyd. Von dem im Franklinit eingeschlossenen Erz ist zu vermuthen, dafs es aus demselben entstanden sei, indem das Eisen- und Manganoxyd im ersteren, durch organische Substanzen reducirt, von kohlensauren Gewässern gröfstentheils fortgeführt wurde, während das Zinkoxyd zurückblieb. Dieses konnte dann freilich nur 11—17 vom Franklinit betragen. Eine nähere Untersuchung, ob ein bedeutend hohler Raum im Franklinit entstanden ist, wird hierüber entscheiden. Breithaupt *) beschreibt eine Umwandlung schwarzer Zinkblende in ein dem Rothzinkerz ähnliches Mineral. An einigen Stükken sind blofs die Ränder der Blende umgewandelt.

Kupferschwärze, ziemlich häufig mit anderen Kupfererzen, besonders mit Kupferkies, ist meist mit Eisen- und Manganoxyd gemengt. Es soll auch in dünnen Blättchen im Krater des *Vesuv* vorkommen (Semmola). In einem Conglomeratgestein am *Lake Superior* kommt es in abgerundeten

*) Berg- und hüttenmännische Zeitung 1853. No. 23.

Massen zum Theil von bedeutender Gröfse vor, und ist hier und da von etwas Kieselkupfer begleitet. Ein sehr reines Stück enthielt 99,45 Kupferoxyd, ein anderes 1,19 Eisenoxyd, 0,23 Kalkerde und 3,38 Kieselsäure (Joy). Foster und Whitney *) beschreiben einen Gang im Conglomerat bei *Copper-Harbor*, dessen Hauptmasse aus reinem schwarzen Kupferoxyd besteht, und das erste Beispiel eines gangförmigen Vorkommens zeigt. Dieses Kupferoxyd, welches zum Theil in cubischen Krystallen erscheint, unterscheidet sich wesentlich von der Kupferschwärze. In demselben Gange kommen auch octaëdrische Krystalle von Rothkupfererz vor. Die Verf. bemerken ganz richtig, dafs dieses Kupferoxyd eine Bildung auf nassem Wege ist.

Die Oberfläche mancher derben Massen von Kupferglanz und Kupferkies sind mit einem dünnen pulverartigen Ueberzuge von Kupferschwärze bedeckt. Haidinger beschreibt Kupferglanzkrystalle aus dem *Bannat*, welchê in Kupferschwärze umgewandelt waren **). Der Kupferglanz enthält 0,28—3,33 Eisen; er kann daher eine sehr reine Kupferschwärze geben; nicht so aber der 30—32,8 Eisen enthaltende Kupferkies.

Kupferpecherz (Ziegelerz), ein Gemeng aus erdigem Kupferoxyd und Eisenocher, kommt meist mit Kupferkies vor (S. 1924).

Im Allgemeinen gehört die Umwandlung des Kupferkieses in Kupferpecherz in die Kategorie der Umwandlung des Kupferkieses in Malachit und Eisenoxydhydrat (S. 1996); sie mufs jedoch bei Abwesenheit von Kohlensäure oder alkalischer erdiger Bicarbonate stattgefunden haben. In diesem Falle ist aber nicht zu begreifen, auf welche Weise die entstandene Schwefelsäure fortgeführt worden ist. Da sich bei dieser Umwandlung 43,18 Kupferoxyd und 51,03 Eisenoxydhydrat bilden: so findet eine Gewichtsabnahme von 5,79 Proc. statt.

Die Umwandlung des Fahlerzes in Kupferpecherz ***) ge-

*) A. a. O. Part. II. P. 99.

**) Blum die Pseudomorphosen S. 213.

***) Blum Nachtrag I. S. 115.

hört gleichfalls in dieselbe Kategorie: es ist das Schwefelkupfer in diesem Erze, welches umgewandelt wurde. Es bildete sich zuerst eine feste Rinde von dichtem Kupferpecherz auf den Fahlerzkrystallen und hierauf schritt die Zersetzung nach innen fort. Hohle Räume zeigen, dafs die Zersetzungsproducte den Raum nicht vollständig erfüllen konnten. Eine chemische Analyse eines solchen zersetzten Fahlerzes ist sehr zu wünschen, um zu sehen, ob die anderen Metalle gänzlich fortgeführt wurden.

Rothkupfererz, häufig in Begleitung mit anderen Kupfererzen, in dem vorhin angeführten Gange und an vielen Orten am *Lake Superior* *), in Mandelsteinen (Naalsö) und als Ueberzug auf Lava vom *Vesuv*. Rothkupfererz wandelt sich manchmal von aufsen nach innen in gediegenes löcheriges und fein poröses Kupfer um. Merkwürdig ist das Vorkommen einer solchen Pseudomorphose in einem Blasenraume im Mandelstein bei *Oberstein* **). In einer anderen von *Nischne-Tagilsk* im *Ural* zeigen sich noch Kerne von Rothkupfererz und eine merkliche Raum-Verminderung ***). Bei dieser Umwandlung ist die Gewichts-Verminderung 11,22 und die Volumen-Verminderung 39,96; mithin letztere sehr bedeutend. Rothkupfererz wandelt sich auch in Malachit um †). Selten sind die pseudomorphen Krystalle hohl, manchmal dagegen die Flächen gewölbt, besonders wenn die Umwandlung in faserigen Malachit stattgefunden hat. Bei dieser Umwandlung ist die Gewichts-Zunahme 154,75 und die Volumen-Zunahme 235,17. Sind die pseudomorphen Krystalle gleichwohl hohl: so mufs während der Umwandlung eine bedeutende Menge Malachit fortgeführt worden sein. Sind dagegen die Flächen gewölbt: so zeigt diefs eine Volumen-Zunahme an, welche aber unmöglich so viel betragen kann, als die Rechnung fordert; es mufs daher auch in diesem Falle Malachit fortgeführt worden sein. Blum beschreibt

*) Zahlreiche Mineralien in der dortigen Kupfer-Region sind schön roth durch Rothkupfererz gefärbt.

**) Blum ebend. S. 19.

***) Breithaupt Berg- und hüttenmännische Zeitung 1853. No. 23.

†) G. Rose Reise nach dem Ural Bd. I. S. 270.

mehrere solcher Pseudomorphosen *). Eine Umwandlung des Rothkupfererz in Kupferlasur gehört zu den Seltenheiten **).

Diese Umwandlungsprocesse sind sehr merkwürdig, indem sie zeigen, wie im Mineralreiche unter gewissen Umständen derselbe Körper desoxydirt, unter anderen Umständen oxydirt werden kann. Da Kupferoxyd so leicht in mäfsig erhöhter Temperatur durch organische Substanzen reducirt wird: so ist auch seine Reduction durch Gewässer, solche Substanzen enthaltend, schon in gewöhnlicher Temperatur während langer Zeiträume zu begreifen. Aus einer lange in hölzernen Gefäfsen aufbewahrten, verdünnten Kupfervitriol-Lösung scheidet sich metallisches Kupfer ab, wie ich schon vor 28 Jahren beschrieben habe ***). Ohne Zweifel wurde dieses Kupfer durch das Holz reducirt.

Oxydation des Kupferoxydul zu Kupferoxyd und Aufnahme von Kohlensäure kann nur bei anhaltender Berührung des Oxydul mit Gewässern, welche Sauerstoff und Kohlensäure enthalten, gedacht werden †). Dieser Procefs ist dem Verhalten wässriger Säuren (Schwefel-, Phosphor- und sehr verdünnter Salpetersäure) zu Kupferoxydul analog, wobei sich, unter Ausscheidung von Kupfer, Kupferoxydsalze bilden. Was

*) A. a. O. S. 36.

**) Ebend. S. 39.

***) Poggend. Annal. Bd. III. S. 195. Nach Böttger (Annal. der Pharmacie XXXIX. 176.) wird das Kupferoxydhydrat durch Schütteln mit einer Zuckerlösung in gewöhnlicher Temperatur zu Kupferoxydul reducirt.

†) Es ist möglich, dafs auch gediegenes Kupfer in kohlensaures Kupferoxyd und in Rothkupfererz umgewandelt wird; denn Jahrhunderte lang unter feuchter Erde vergrabenes Kupfer wandelt sich aufsen in kohlensaures Kupfer (Malachit, Kupferlasur) und innen in krystallinisches Kupferoxydul um. (Nöggerath im Jahrb. d. Chem. und Physik Bd. XLIII. S. 129. und Becquerel in Ann. d. chim. et de phys. T. LI. P. 106.) G. Rose hält es daher für wahrscheinlich, dafs die oben (S. 2045) angeführten Pseudomorphosen von Malachit nach Rothkupfererz aus gediegenem Kupfer entstanden seien; denn wo letzteres mit Rothkupfererz und Malachit vorkommt, ist es in Rothkupfererz eingewachsen, und dieses von Malachit umgeben. Nach ihm scheint der Uebergang aus gediegenem Kupfer in Malachit immer durch Rothkupfererz stattgefunden zu haben.

diese stärkeren Säuren in kurzer Zeit, das kann die schwache Kohlensäure in längerer Zeit bewirken, und in diesem Falle braucht nicht einmal eine Oxydation des Kupferoxydul stattzufinden, da dieses in Kupfer und Kupferoxyd zerfällt. Rothkupfererz wird vom Brauneisenstein, manchmal auch vom Stilpnosiderit verdrängt (Bd. II. S. 1339).

Mangankupfererz (Crednerit), in einem Brauneisenstein-Gang im Melaphyr-Conglomerat, eingewachsen im Psilomelan- und Hausmannit (Credner) *) besteht aus 42,85 Kupferoxyd und 58,15 Manganoxyd mit 1—3 Proc. Baryt und Spuren von Vanadin (Credner, Rammelsberg).

Kupfermanganerz, mit Zinnerz zu *Schlackenwalde* in *Böhmen*, und zu *Kamsdorf* in *Thüringen*, ist ein Gemeng aus 50—74,1 Manganoxyd und 4,8—16,9 Kupferoxyd mit 0,14—0,49 Nickel- und Kobaltoxyd, Wasser und geringen Mengen von Eisenoxyd, Kalk, Baryt, Kali und Kieselsäure (Kersten, Rammelsberg, Böttger). Da es traubige und tropfsteinartige Massen bildet: so ist es aus Gewässern entstanden, welche Zersetzungsproducte von Mangan- und Kupfererzen mit sich geführt haben.

Mennige, im Bleiglanz und Galmei, in Klüften, verwitterten Gesteinen u. s. w., ist rothes Bleioxyd. Die Pseudomorphosen von Mennige nach Bleiglanz und kohlensaurem Bleioxyd weisen seine Entstehung nach (S. 1926).

Gelbes Bleioxyd wurde in ziemlich bedeutender Menge in den Schluchten zweier Vulkane in *Mexico* gefunden; es kommt auch mit kohlensaurem Bleioxyd in Klüften eines Quarzganges zu *Bolanos* in *Mexico* vor. John untersuchte eine natürliche Bleiglätte von unbekanntem Fundorte, welche 3,8 Kohlensäure enthielt. Es ist zu vermuthen, dafs das gelbe Bleioxyd aus kohlensaurem Bleioxyd hervorgegangen ist. Da letzteres schon in mäfsiger Hitze zersetzt wird: so ist das Vorkommen des ersteren in der Nähe von Vulkanen leicht zu erklären; der andere Fundort weiset aber darauf hin, dafs durch irgend einen Procefs auch schon in gewöhnlicher Temperatur die Kohlensäure aus dem Weifsbleierz entweichen kann.

*) Jahrb. f. Min. u. s. w. 1847. S. 5.

Schwerbleierz, mit kohlensaurem Bleioxyd, Pyromorphit und Bleivitriol, wahrscheinlich zu *Leadhills* in *Schottland*, soll reines Bleisuperoxyd mit einer Spur von Schwefelsäure sein (Lampadius, Plattner). Die Begleitung mit kohlensaurem Bleioxyd läfst gleichfalls schliefsen, dafs es aus diesem hervorgegangen ist; man kann sich aber keine Vorstellung von dem Uebergange in Superoxyd machen, da die künstlichen Processe seiner Darstellung im Mineralreiche nicht vorausgesetzt werden können.

Wismuthocher, gewöhnlich mit etwas Eisen, Kupfer und Arsenikoxyd verunreinigt, kommt mit gediegenem Wismuth, und manchmal, wie es scheint, in ziemlich grofsen und reinen Parthien in Quarz eingewachsen *) vor. Er bildet sich auch durch Zersetzung des Nadelerzes, wie die Pseudomorphosen von Wismuthocher nach diesem zeigen. Die Nadelerzkrystalle, welche auf Quarzgängen im Granit bei *Beresowsk* vorkommen **), haben häufig einen gelblichgrünen Ueberzug und sind nicht selten selbst da, wo sie ganz von Quarz umschlossen zu sein scheinen, in gelbes erdiges Wismuthoxyd umgewandelt. Aehnliche Pseudomorphosen kommen im Brauneisenstein eingewachsen auf Eisenspath-Lagern, so wie in Drusenräumen von Barytspath vor ***). Das Nadelerz ist eine Verbindung aus Schwefel-Wismuth-Blei-Kupfer (Frick); durch einen Oxydationsprocefs wurde der Schwefel fortgeführt, und von den entstandenen Oxyden blieben das Wismuth als solches, das Blei- und Kupferoxyd als Carbonate zurück, oder letzteres wurde, wie häufig bei *Beresowsk*, in der Nähe des Nadelerzes auf Klüften als Kupferlasur und Malachit abgesetzt. Die 36,45 Wismuth im Nadelerz geben 40,66 Wismuthoxyd; daher mufste, wenn Blei- und Kupfer ganz weggeführt wurden, eine bedeutende Volumen-Verminderung eingetreten sein, die pseudomorphen Krystalle sind auch bei vollständiger Umwandlung hohl, jedoch selten und namentlich nicht, wenn noch ein Kern von Nadelerz vorhanden ist. Der aus der Zersetzung von Nadel-

*) Oppe a. a. O. S. 166.

**) G. Rose Reise nach dem Ural Bd. I. S. 197.

***) Blum die Pseudomorphosen. S. 173.

erz hervorgegangene Wismuthocher vom *Fichtelgebirge* besteht, nach Suckow, aus 96,5 Wismuthoxyd, 1,5 arsenige Säure und 2,0 Eisenoxydhydrat *).

Erdkobalt, auf Gängen von Kobalterzen, besonders von Speifskobalt begleitet, so wie als Efflorescenz auf alten Halden, ist ein Gemeng aus Mangansuperoxyd (40,05), Kobalt (19,45), Kupferoxyd (4,35) Eisenoxyd, Baryt und Kali (Klaproth). Der gelbe und braune Erdkobalt von *Kamsdorf* ist ein Gemeng aus wasserhaltigem, arseniksauren Eisenoxyd, Kobaltoxyd und Kalk; man möchte daher vermuthen, dafs der Arseniksäure-freie Erdkobalt aus einem ähnlichen Gemenge hervorgegangen ist, und dafs manganhaltige Gewässer hinzugetreten sind. Die Gegenwart von Baryt uud Kali scheint die Salzbasen, welche die Zersetzung bewirkt haben, anzuzeigen. Kalkhaltige Gewässer würden gleichfalls die Metalloxyde aus ihren Verbindungen mit Arseniksäure fällen. Der braune Erdkobalt von *Saalfeld* enthält arsenige Säure.

Lavendulan, auf Gängen mit Speifskobalt und Eisenkies, enthält Arseniksäure, Kobalt-, Nickel- und Kupferoxyd und Wasser (Plattner). Seine Bildung aus zersetztem Speifskobalt ist daher sehr wahrscheinlich, da mehrere derselben Kupfer enthalten.

Uranpecherz auf Erzgängen im Gneifs, auch im Granit und in der Grauwacke. Das Uranoxydul oder Uranoxyduloxyd beträgt darin 76—79,1 (Rammelsberg, Ebelmen, Scheerer) 86,5 (Klaproth); beigemengt sind Blei in gröfster Menge, Wismuth, Eisen, Arsenik, Metallsäuren u. s. w. Da Schwefel nicht gegenwärtig ist: so kann keines dieser Metalle geschwefelt vorhanden sein.

Uranocher, mit anderen Uran-Verbindungen, scheint Uranoxydhydrat zu sein. Scheerer **) beschreibt eine Umwandlungspseudomorphose des krystallisirten Uranpecherzes in fast reines Uranoxydhydrat mit Beibehaltung der Form aus *Sätersdalen*, wobei also Sauerstoff und Wasser aufgenommen

*) Da das Wismuthoxyd nicht mit Kohlensäure verbunden ist: so scheint letztere mehr geneigt zu sein, sich mit Blei- und Kupferoxyd als mit Wismuthoxyd zu verbinden.

**) Poggend. Ann. Bd. LXXXIX. S. 1 ff.

wurden. Ein schwarzes amorphes Mineral von der Nordküste des *Lake Superior*, Coracit, besteht aus 59,3 Uranoxyd, 5,36 Bleioxyd, 14,44 Kalk, 2,24 Eisenoxyd, 4,35 Kieselsäure und 7,47 Kohlensäure (Whitney). Ob in diesem Gemenge das Uranoxyd an Kohlensäure oder an Kieselsäure gebunden, oder als Hydrat vorhanden ist, bleibt unentschieden (s. Uranblüthe).

U. Gediegene Metalle.

Gold, auf Quarz-, Brauneisenstein- und Eisenkies-Gängen, im Thon-, Grauwacken-, Glimmer- und Hornblendeschiefer, im Granit, Gneifs, Syenit, Quarzporphyr, Gabbro, Diorit, Diabas, Aphanit, Serpentin und Dolomit, in Geschieben und im Sande vieler Flüsse in Körnern, Blättchen und Staub, meist begleitet von Quarz, Brauneisenstein, der zum Theil durch Zersetzung von Eisenkies entstanden ist, nicht selten auch begleitet von Zirkon, Magneteisen, Iserin, Spinell u. s. w. In *Rio Atrato* in *Peru* fand man Geschiebe bis zu 26 Pf. Gewicht, und die gröfste Goldmasse von 86 Pf. im Goldsand-Lager von *Alexandrowsk* bei *Miask*, 3 Meter tief auf Diorit liegend. In *Australien* fand Kerr eine Goldmasse von 106 Pf. Gewicht im anstehenden Quarz*). In *Chile* stammt alles Gold, welches in grofsen Körnern und etwas ansehnlicheren rundlichen Stücken gefunden wird, aus dem goldführenden Schuttlande, und diefs rührt ohne Zweifel von der Zerstörung der obersten Theile der Gänge her; nur äufserst selten trifft man in jetziger Zeit in einiger Teufe auf dieser Lagerstätte noch Goldkörner von einiger Gröfse an (Domeyko) **).

Sein Vorkommen in kleinen Krystallen und zu Drusen verbunden, so wie in draht-, haar-, moos- und baumartigen Formen führt auf Reductionsprocesse von Goldverbindungen, sein so häufiges Auftreten in Quarzgängen führt auf Absätze solcher Goldverbindungen aus Gewässern, welche Kieselsäure abgesetzt haben. Welche Goldverbindungen aber im Mineralreiche exi-

*) Berg- und hüttenmännische Zeitg. 1853. No. 23.

**) N. Journ. f. Mineral. u. s. w. 1847. S. 238.

stiren mögen, davon kann man sich keine genügende Vorstellung machen. Ein lösliches Schwefelgold wird durch Schmelzen von Fünffach-Schwefelkalium mit überschüssigem Golde erhalten; ein solcher Procefs kann aber im Mineralreiche nicht vorausgesetzt werden. Schwefelgold geht mit mehreren elektronegativen Schwefelmetallen lösliche Verbindungen ein. Wäre daher die Existenz des Schwefelgoldes im Mineralreiche nachgewiesen: so würde damit die Möglichkeit solcher Verbindungen und ihr Absatz aus wässerigen Flüssigkeiten gegeben sein. Die so leichte Reduction der Goldverbindungen überhaupt würde es dann begreiflich machen, wie sich daraus gediegenes Gold abscheiden könnte. Auf diese Weise würde dann auch die Bildung des Tellurgoldes (S. 1956) aus einer Verbindung mit Schwefeltellur zu erklären sein.

Schwefelgold aus einer Goldauflösung durch Schwefelwasserstoff gefällt, und sorgfältigst ausgewaschen, wurde mit einer grofsen Menge reinen Wassers in einem verschlossenen Gefässe behandelt, und die filtrirte Flüssigkeit zur Trockne abgedampft. Ein Rückstand in der Porzellanschale war kaum wahrzunehmen; als aber nur einige Tropfen Salzsäure zugesetzt wurden: so entstand eine goldgelbe Auflösung. Um sicher zu sein, dafs nicht etwa eine Spur zurückgebliebenen Königswassers einen Theil des Schwefelgoldes während des Abdampfens wieder aufgelöst habe, wurde das ausgewaschene Gold mit 3 Pfd. Wasser behandelt und diefs drei Mal wiederholt; es zeigte sich indefs jedes Mal jene Reaction mit Salzsäure. Die noch deutlich nachzuweisende Löslichkeit des Schwefelgoldes in reinem Wasser ist daher unzweifelhaft; ob es sich als solches gelöst, oder ob es sich auf Kosten des vom Wasser absorbirten Sauerstoffs oxydirt habe, wurde nicht ermittelt. Diese Löslichkeit würde daher alle Schwierigkeiten beseitigen, welche der Fortführung des Goldes in wässriger Lösung entgegenstehen, wenn nur irgend eine Erscheinung vorläge, welche auf die Bildung des Schwefelgoldes im Mineralreiche schliefsen liefse.

Alles gediegene Gold, wovon sehr zahlreiche Analysen vorliegen, ist silberhaltig. Im sogenannten Elektrum erreicht das Silber das Maximum von 36 Proc. (Klaproth). Nachstehende Zusammenstellung giebt eine Uebersicht von der Zu-

sammensetzung des gediegenen Goldes in seinen verschiedenen Fundorten.

Silber	Kupfer	Eisen	
	nach Proc.		
2—35,8	—	—	vorzugsweise aus *Südamerika* (Boussingault nach 17 Analysen).
0,16—38,7	fast	alle	
	kleine	Mengen	vom *Ural* (G. Rose nach 23 Analysen).
3,53—28,5	kaum	bis 1	Goldwäschen von *Katharinenburg* (Awdejew nach 16 Anal.).
3 —15	etwas	etwas	Waschgold von *Chile* (Domeyko nach 4 Anal).
6,7 —12,9	bis	0,86	von *Californien* (C. Brunner, Henry, Oswald, Rivat, Teschemacher, Hofmann, Levol nach 10 Anal.).
5,9 —15,3	bis 0,9	—	vom *Senegal* (Levol).
3,6	—	—	*Australien* (Kerl).
6,2	—	0,8	Grafschaft *Wicklow* in *Irland* (Mallet).
4,7 —6,9	—	—	im Eisenkies von *Piemont* (Michelotti nach 5 Anal.).
	Palladium		
4,2	9,9	—	von *Porpez* in *Südamerika* (Berzelius).

Bestimmte Mischungsverhältnisse zwischen Gold und Silber finden, wie man sieht, nicht statt; aber wichtig ist die Thatsache, dafs selbst im Elektrum das Silber nur ungefähr $\frac{1}{3}$ beträgt.

Im Vorhergehenden ist ein geringer Goldgehalt in verschiedenen Erzen angegeben worden. Namentlich sind Blei-

glanz, Kupferkies und Eisenkies nicht selten goldhaltig. Von letzterem giebt es, nach Gahn, keinen, der nicht bei genauer Prüfung Spuren von Gold zu erkennen gäbe, und dieser, wenn auch immer nur geringe Goldgehalt ist manchmal so bedeutend, dafs seine Gewinnung lohnend wird. So kommen bei *Trinidad* und in der Umgegend von *Santa Rosa* im *Valle de Osos* goldhaltige Eisenkies- und Quarzgänge vor (Degenhardt) *). In *Chile* sind die Kiese, welche Gänge von 6 bis 9 Fufs Mächtigkeit bilden, bei weitem reicher an Gold, als die Quarzgänge (Domeyko). Es ist nicht zu ermitteln, ob das Gold im Eisenkies mit Schwefel verbunden, oder metallisch vorhanden sei; die Annahme ist indefs nicht unwahrscheinlich, dafs es darin als Schwefelsalz existire. Würden solche Schwefelgold-haltige Eisenkiese durch Oxydation zersetzt: so würde sich das Gold, welches keinen Antheil an diesen Zersetzungsprocessen nähme, metallisch ausscheiden, und einen um so feineren Staub bilden, je geringer seine Menge wäre. Durch Gewässer fortgeführt, würde sich dieser Goldstaub im Alluvium absetzen. Was vom Eisenkies gilt, hat auch Bezug auf die goldhaltigen Kupferkiese und Bleiglanze.

In *Chile* sind Quarz, Brauneisenstein und Eisenglanz die einzigen Mineralien, welche am Ausgehenden der Goldführenden Gänge vorkommen, und eben diese Mineralien finden sich auch als Begleiter des Goldes im Alluvium (Domeyko). So wie im Eisenkies, so ist auch hier das Gold an Eisen geknüpft, und defshalb würde zu begreifen sein, wie bei Bildung des Eisenkieses aus goldhaltigem oxydirten Eisen das edle Metall in seine Mischung treten könnte. Sollte es von Eisenkies auf nassem Wege in ein Schwefelsalz ebenso umgewandelt werden, wie es auf trocknem Wege vom fünffach-Schwefekalium in ein solches umgewandelt wird: so würde sogar seine Concentration im Eisenkies denkbar sein. Die eigentlichen Golderze kommen in *Chile* nur in oberen Teufen oder ganz am Ausgehenden der Gänge in zerfressenem, mit Eisenoxydhydrat und ochrigem Thone gemengten Quarz, also auch hier wieder in Begleitung mit oxydirtem

*) Karsten's und v. Dechen's Archiv Bd. XII. S. 14.

Eisen vor. Die goldhaltigen Eisenkiese gehen dagegen in den Gängen bis zu bedeutenden Tiefen nieder. Wahrscheinlich ist es daher, dafs die äufserst dünnen Goldblättchen in oberen Teufen zugleich mit den Materialien, woraus sich Eisenkies bildete, durch Gewässer in die Tiefe geführt wurden.

Das Gold aus anstehendem Gestein von *Californien* findet sich im Quarz, das von *Australien* im Brauneiseinsteine (Breithaupt) *).

Der Chemiker findet im Silber der Münzen stets mehr oder weniger Gold. In den Silbererzen, aus denen dieses Silber gewonnen wurde, würde er aber den geringen Goldgehalt nicht mehr nachweisen können; denn wenn selbst das Silber in manchen Erzen, wie z. B. im Bleiglanz, ein sehr kleiner Bruchtheil ist: so würde die geringe Menge Gold in diesem Silber, selbst nicht mehr durch die empfindlichsten Reagentien in solchen Erzen zu erkennen sein. Während daher das Silber im gediegenen Golde immer noch eine namhafte Gröfse ist, dürfte das Gold in vielen Erzen eine kaum mehr zu bestimmende Gröfse sein.

Es wurde wiederholt nachgewiesen (S. 2018), dafs, bei der Zersetzung silberhaltiger Erze, das Silber an den Oxydationsprocessen Antheil nimmt und in löslichen Verbindungen fortgeführt wird. Sind solche Erze goldhaltig: so bleibt das Gold ungelöst zurück. Werden solche Erzgänge, nach erfolgter chemischer Zersetzung ihrer Gangmassen, mechanisch zerstört: so wird das ausgeschiedene Gold mit den übrigen Zersetzungsproducten durch die Gewässer mechanisch fortgeführt. Der Silbergehalt im gediegenen Golde beweiset indefs, dafs die Scheidung beider Metalle von einander nicht vollständig erfolgt, und dafs sich daher ihre Verwandtschaft zu einander im Mineralreiche, wie bei unseren künstlichen Scheidungsprocessen, geltend macht.

Setzt man zu einer Lösung von Goldchlorid eine Lösung von kieselsaurem Kali: so verschwindet die gelbe Farbe der ersteren fast ganz. Nach einer halben Stunde wird die Flüssigkeit blau und nach einiger Zeit entsteht ein gallertartiger tief dunkelblauer Niederschlag, der sich fest an das

*) Berg- und hüttenmännische Zeitung 1853. No. 35.

Glas anlegt. Auf ihm bilden sich nach mehreren Tagen moosartige Gestalten, die als Efflorescenzen aus der gallertartigen Masse erscheinen. Als dieser Niederschlag unter Wasser mehrere Stunden lang den Sonnenstrahlen ausgesetzt wurde, zeigte sich auch nicht eine Spur einer Reduction des Goldes. Nachdem er aber fünf Monate unter Wasser stehen geblieben war, und ausgewaschen wurde, zeigten sich im kieselsauren Goldoxyd viele, zum Theil mikroskopisch kleine Pünctchen reducirten Goldes. Die von diesem Silicate abfiltrirte Flüssigkeit war farblos und reagirte alkalisch; kieselsaures Kali war daher im Ueberschusse angewandt worden. Als Salzsäure bis zur sauren Reaction zugesetzt wurde, färbte sich die Flüssigkeit gelb und eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul bewirkte eine stark blaue Färbung im durchgehenden und eine braune im reflectirten Lichte. Kieselsaures Goldoxyd war daher aufgelöst gewesen. Nachdem das Auswaschen fortgesetzt worden, bis die alkalische Reaction verschwunden war, zeigte das Abwaschewasser keine Spur von Gold mehr. Da zu vermuthen war, dafs das überschüssige kieselsaure Kali auflösend auf das kieselsaure Gold gewirkt habe: so wurde davon wieder etwas zugesetzt; die Flüssigkeit zeigte aber keine Spur von Gold. Es gelang mir nicht, die Ursache dieses Verhaltens aufzufinden; ich behalte mir jedoch weitere Untersuchungen vor.

Diese, wenn auch noch unvollkommenen, Versuche zeigen indefs, dafs kieselsaures Goldoxyd unter gewissen Umständen in deutlich erkennbarer Menge aufgelöst und reducirt werden kann.

Das bei weitem am häufigsten in Quarzgängen und im aufgeschwemmten Lande, in Begleitung mit Quarzsand vorkommende Gold zeigt eine unverkennbare Beziehung zur Kieselsäure. Der Ursprung der Kieselsäure erscheint daher auch als der des Goldes. Jenen kennen wir: es sind die Silicate im Gebirgsgesteine, durch deren Zersetzung der Quarz in die Gänge geführt wird. In diesen Silicaten haben wir daher auch das Gold zu suchen, und es liegt nahe, zu vermuthen, dafs es darin gleichfalls als Silicat vorhanden sei. Diefs durch das Experiment zu constatiren, liegt ausser den Grenzen der Möglichkeit; denn wenn es auch gelingen sollte, in Silicaten

ebenso Gold nachzuweisen, wie bereits unedle Metalle darin aufgefunden worden sind: so wird man doch nie ermitteln können, ob es darin regulinisch oder mit irgend einer Substanz verbunden war. Da wir im Stande sind, die ausserordentlich geringen Minima von Gold im Eisenkies noch nachzuweisen: so steht der Hoffnung, dafs es auch gelingen werde, es in Silicaten aufzufinden, wenig entgegen, und um so weniger, da uns Reagenzien zur Entdeckung des Goldes zu Gebote stehen, deren Empfindlichkeit kaum von irgend einem Reagenz auf andere Metalle übertroffen wird. Es ist gleichgültig, ob das Gold im Eisenkies mit Schwefel und in Silicaten mit Kieselsäure verbunden oder als Metall vorhanden sei, die Reagenzien, welche es nachweisen, sind jeden Falls bei weitem empfindlicher, als diejenigen, welche die Existenz seiner Begleiter oder die Nichtexistenz derselben erkennen lassen.

Dafs Processe, welche wir zur künstlichen Darstellung des kieselsauren Goldoxyd anwenden, im Mineralreiche nicht statt finden, ist klar. Es liegt nur die Alternative vor, ob Gold als gediegenes Metall, oder in irgend einer Verbindung geschaffen worden ist. Die Analogie mit anderen Metallen spricht für das letztere, seine geringe Verwandtschaft zu anderen Substanzen für das erstere. Berücksichtigen wir auf der andern Seite, dafs die Verwandtschaftsverhältnisse mancher Stoffe in feinster Zertheilung ganz andere sind, als in Massen: so erscheint es annehmbar, dafs auch Gold, welches, wenn es als solches in Mineralien existiren sollte, gewifs feiner zertheilt ist, als vielleicht irgend eine andere Substanz, in diesem Zustande der Zertheilung Affinitäten äussern könne, welche dieses Metall in Massen nicht besitzt. Das durch Reduction von Eisenoxyd mittelst Wasserstoff dargestellte Eisen zeigt schon in gewöhnlicher Temperatur eine so starke Verwandtschaft zum Sauerstoff, dafs es, durch die Luft fallend, verbrennt, während es als feinste Feilspäne in trockner Luft seinen metallischen Zustand nicht verändert. Es ist daher denkbar, dafs Gold, in seiner feinsten Zertheilung in Gesteinen, durch Gegenwart von Kieselsäure zur Verbindung mit Sauerstoff und hierauf mit dieser disponirt werden könne.

Man braucht nur einzuräumen, dafs kieselsaures Gold-

oxyd im Mineralreiche existire, sei es als eine ursprüngliche, oder als eine spätere Bildung: so erklärt sich das Vorkommen desselben in Quarzgängen ganz einfach. Gewässer führten dieses Silicat mit Kieselsäure in Gangspalten, und nach dem Absatze beider Substanzen reducirte es sich ebenso, wie es sich in dem beschriebenen Versuche reducirt hatte. Da selbst in den reichsten Quarzgängen das Gold nur ein überaus kleiner Bruchtheil des Quarzes ist: so begreift man, dafs der Einführung des kieselsauren Goldes nichts entgegen stehen würde, selbst wenn sich die Löslichkeit desselben zu der der Kieselsäure eben so verhalten sollte, wie die Menge des Goldes zu der des Quarzes in den Gängen. Sollten indefs weitere Versuche ergeben, dafs die Löslichkeit des kieselsauren Goldoxyd in Wasser durch Gegenwart von kieselsaurem Kali befördert wird: so treten von dieser Seite her unserer Annahme die geringsten Schwierigkeiten entgegen.

Goldamalgan, in kleinen, weifsen, leicht zerdrückbaren Kugeln im columbischen Platinerz, besteht aus Quecksilber 57,4, Gold 38,39, Silber 5,0 (Schneider).

Platin kommt fast völlig rein, mit Palladiumkörnern gemengt, in *Brasilien* vor (Wollaston) *). In Verbindung mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Eisen, Kupfer- und Blei, und bisweilen auch mit Silber, und gemengt mit Körnern von Osmiumiridium, Gold, Titaneisen, Chromeisen, Hyacinth, Spinell und Quarz findet sich Platin im Platinerz oder im Platinsande. Das Platin beträgt im *amerikanischen* und *russischen* Platinerze 73,6—86,5 und nächst ihm ist das Eisen in gröfster Menge, 5,31—11,04, vorhanden (Berzelius, Svanberg, Osann nach 8 Analysen). In den drei von Berzelius analysirten Erzen ist Osmiumiridium in Körnern und Flittern beigemengt, wovon die letzteren zum Theil in die Körner des eigentlichen Platinerzes eingewachsen sind. Das Platinerz findet sich meist im aufgeschwemmten Lande, selten auf Brauneisenstein- und Quarz-Gängen im verwitterten Syenit, noch seltener im Grünstein und Serpentin eingesprengt. Der Gold-

*) Schweigg. Journ. Bd. I. S. 364.

sand des *Rhein* enthält $\frac{1}{2400}$ Platin (Fr. Döbereiner) *), das aus dem Golde der *Wilhelmshütte* auf dem *Harz* gewonnene Palladium ist etwas platinhaltig (v. Wrede) **). Brauneisenstein von *Alloué, Epénède, Plauveille* und *Melle* (Dep. *de la Charente, et des Deux-Sevres*) (Villain, Berthier, Becquerel) ***), Fahlerz (S. 1946), Bournonit von *Saint-Arcy* an der *Mure* (Gueymard, Ebelmen)†) sind alle platinhaltig. Ein Eisenkies-, Kupferkies- und Bleiglanz-haltiger Thonschiefer aus *Lancaster-County*, und Titaneisen aus Glimmerschiefer derselben Gegend enthielten Spuren von Platin und Silber (Genth) ††). In einer grofsen Zahl von Erzen, aus den *Alpen*, im Dolomit, Barytspath und Eisenspath von verschiedenen Fundorten wies E. Gueymard †††) Spuren von Platin und Gold nach. Nach Pettenkofer §) scheint Platin ein eben so verbreitetes Metall wie Gold zu sein; denn alles Silber im Handel ist, wenn es nicht einem Scheidungsprocesse unterworfen war, platinhaltig. Das Gold in den Brabanter-Kronenthalern enthielt durchschnittlich 97 Gold, 2,8 Silber und 0,2 Platin.

So wie vom Golde, so ist es auch vom Platin entschieden nachgewiesen, dafs beide Metalle in den Gewässern, aus welchen sich vorbenannte Erze abgesetzt haben, in löslichen Verbindungen vorhanden gewesen sein müssen.

Schwefelplatin, eben so dargestellt, und eben so behandelt wie Schwefelgold, zeigt sich löslicher im reinen Wasser, als dieses. Die Rückstände in der Porcellanschale sind deutlich wahrzunehmen. Salzsäure löste sie unvollständig, Salpetersalzsäure aber vollständig auf, und gaben eine stark gelbe Auflösung. Als 7 Pfd. Wasser, welches über Schwefelplatin in einem verschlossenen Gefäfse einige Tage lang gestanden hatte, abgedampft wurde, ergab sich, dafs 1 Th. durch Glü-

*) Archiv der Pharmacie, zweite Reihe Bd. XXV. S. 57.

**) Poggend. Annal. Bd. XXXIV. S. 380.

***) Ebend. Bd. XXXI. S. 590.

†) Compt. rend. T. XXIX. P. 814.

††) Chem. pharmaceut. Centralblatt 1852. S. 72.

†††) Ann. des mines (5) T. I. P. 345.

§) Poggend. Annal. Bd. LXXIV. S. 316.

hen des Rückstandes erhaltenes Platin in 147492 Th. Wasser gelöst war. Die Fortführung des Platin durch Gewässer würde daher eben so leicht zu begreifen sein, als die des Goldes, wenn nur irgend eine Erscheinung auf die Existenz des Schwefelplatins im Mineralreiche schliefsen liefse.

Als eine neutrale Platinauflösung zu einer Lösung von kieselsaurem Kali gesetzt wurde, zeigte sich erst nach einiger Zeit eine Trübung, und erst nach einigen Wochen setzte sich ein geringer bräunlicher Niederschlag ab. Beim Auswaschen verminderte sich derselbe bis auf eine unbedeutende Menge. Ob das in bedeutendem Ueberschusse zugesetzte kieselsaure Kali auflösend auf das kieselsaure Platinoxyd gewirkt, oder ob, wie es schien, das reine Wasser die letzten Portionen des Niederschlags aufgelöst hatte, ist durch weitere Versuche zu entscheiden. Sollte im Mineralreiche kieselsaures Platinoxyd vorkommen: so würde es, sei es durch reine Gewässer, oder durch Gewässer, welche auch nur Spuren von kieselsaurem Kali enthielten, leichter als irgend ein anderes kieselsaures Metalloxyd aufgelöst und fortgeführt werden können.

Es ist bemerkenswerth, dafs Platin im Platinerz mit Eisen in gröfster Menge verbunden ist, dafs Titaneisen und Chromeisen Begleiter dieses Erzes sind, dafs es in Brauneisenstein-Gängen und im Brauneisenstein vorkommt. Die Gewässer, welche diesen als kohlensaures Eisenoxydul abgesetzt haben, enthielten also Platin. Kohlensaures Platinoxydul ist nicht bekannt; sollte aber vielleicht eine grofse Menge kohlensaures Eisenoxydul eine sehr geringe Menge kohlensaures Platinoxydul aufzunehmen im Stande sein? — Aus einer Auflösung gleicher Theile Eisen und Platin in Salpetersalzsäure, ohne Säureüberschufs, fällt Ammoniak einen Niederschlag, der durch Wasserstoffgas in schwacher Rothglühhitze reducirt, ein Gemisch aus beiden Metallen giebt. Vielleicht geben diese Verhältnisse Winke für die Anstellung von Versuchen, welche zur Entdeckung anderer löslicher Verbindungen des Platin führen.

Das Zusammenvorkommen des Platinerzes mit Gold in längst bekannten Fundorten, und eben so in später bekannt

gewordenen, wie in *Ava**), in der Goldwäscherei in *Rutherford-County* in *Nordamerika* (Shepard) **), im Goldsande von *Ohlapian* in *Ungarn* mit nickelhaltigem gediegenen Eisen (Molnar) ***), im Goldsande von *Californien* (Patterson und Teschemacher) †) und aus der Grafschaft *Wicklow* in *Irland*††), so wie die angeführten Untersuchungen von Genth, Gueymard und Pettenkofer, zeigen, dafs sich dieses Zusammenvorkommen auch auf das Silber ausdehnt. Sonach wird es sehr wahrscheinlich, dafs die edlen Metalle stets gegenseitige Begleiter sind; denn wenn auch Silber nur bisweilen im Platinerze gefunden wird: so fehlt es doch nicht in dem, dieses Erz begleitenden Golde. Was oben (S. 2054) in Beziehung auf das Gold bemerkt wurde, gilt auch vom Platin. So wie das Gold, so scheidet sich auch das Platin bei der Zersetzung der Silbererze aus. Aber eben defshalb, weil das Silber so selten im Platinerze gefunden wird: so ist hieraus zu schliefsen, dafs es keine so grofse Verwandtschaft zum Platin als zum Golde hat.

Da im Platinerze Palladium, Iridium, Rhodium und Osmium beständige Begleiter des Platin sind: so ist zu vermuthen, dafs auch das in Silbermünzen gefundene Platin dieselben Begleiter haben werde, obgleich es, da das Platin schon ein so geringer Bruchtheil vom Silber ist, schwerlich gelingen wird, sie chemisch nachzuweisen.

Je feiner der Goldstaub im aufgeschwemmten Lande ist, desto leichter ist seine Entstehung aus zersetzten goldhaltigen Erzen zu erklären. Diese Erklärung wird aber schwierig, wenn sich Gold in gröfseren zusammenhängenden Massen findet. Diese Schwierigkeit tritt beim Platinerze noch mehr hervor, da dieses nicht in feinem Staube, sondern in, wenn auch meist kleinen Körnern im aufgeschwemmten Lande vorkommt. Wurde auch alles Gold und Platin von grofsen Massen zersetzter Erze an einem Puncte zusammengeführt: so

*) Poggend. Annal. Bd. XXXIV. S. 382.

**) Sill. Americ. Journ. (2) T. II. P. 253.

***) Haidinger's Berichte Bd. III. S. 475.

†) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. II. S. 60. und Sill. Americ. Journ. (2) T. X. P. 121.

††) Phil. Mag. J. T. XXXVII. T. 393.

sehen wir uns vergebens nach einem Bindemittel um, welches feine Stäubchen zu Körnern oder grofsen Klumpen hätte zusammenkitten können; denn auch vom Platinerze hat man Klumpen von mehr als 20—23 Pfd. Gewicht gefunden. Der jetzige Standpunct der Wissenschaft gestattet nicht, dieses Räthsel zu lösen.

Gediegenes Iridium und *Osmium*. Ersteres beträgt im Platinerz 1,09—4,97, letzteres 0,19—1,03; beide und besonders das letztere fehlen aber manchmal ganz (Berzelius, Svanberg, Osann). Osmiumiridium ist in kleinen Körnern dem Platinerze beigemengt. Darin beträgt das Iridium 25—47 und das Osmium 49,3—75, mit geringen Mengen Eisen (Berzelius). Im Platiniridium beträgt das Iridium 28—77, das Platin 20—55,4.

Diese beiden Metalle sind die einzigen im Platinerze, welche als Oxyde mit Eisenoxydul und Chromoxyd verbunden im *Irit* vorkommen, der sich am *Ural* theils in Höhlungen gröfserer Platinstücke, theils im eisenhaltigen Platinsande findet (Hermann).

Palladium und *Rhodium*. Beide sind im Platinerz stets vorhanden: ersteres beträgt darin 0,28—1,66; letzteres 0,86—3,46, und 6,86 (Berzelius u. s. w.) Palladium findet sich auch in sehr kleinen Krystallen mit gediegenem Golde zu *Tilkerode* am *Harz* auf kleinen Bitterspath-Gängen und Trümmern im Grünstein (Bennecke, Rienecker und Zincken *), G. Rose) **), in Verbindung mit Gold in einem Sand, der mit Eisenglanz gemengt ist, worin es 5—6 Proc. beträgt (Cloud, Johnson, Lampadius, Cock), und in Verbindung mit Gold und Silber s. S. 2052.

Was von der Bildung des Platin gilt, das hat auch Bezug auf seine Begleiter. Das eben erwähnte Zusammenvorkommen des Palladium mit Platin, Gold und Silber und die zum Theil mikroskopisch kleinen platinhaltigen Palladiumkrystalle auf kleinen Gängen lassen keine andere Erklärung zu, als dafs dieselben Gewässer, aus denen sich die Carbonate zur Bildung des Bitterspath absetzten, auch diese Metalle her-

*) Poggend. Annal. Bd. XVI. S. 491.

**) Ebend. Bd. LV. S. 329.

beigeführt haben. Auch hier dreht sich alles um die Erforschung der Verbindungen, in welchen sie in den Gewässern aufgelöst waren.

Das Vorkommen von Gold und Platin in zersetzten Gebirgsgesteinen weiset darauf hin, daſs diese Metalle in denjenigen Gesteinen, woraus die zersetzten hervorgegangen sind, in überaus geringen, weder mineralogisch noch chemisch erkennbaren Mengen vorhanden waren, und daſs sie durch die von Statten gegangenen Zersetzungsprocesse concentrirt und sichtbar geworden sind, wie unter anderen in dem, durch Zersetzung verschiedener Gebirgsgesteine entstandenen Serpentin, und im Gabbro (Breithaupt).

Wird ein Gebirgsgestein mit seinen gold- und platinhaltigen Gängen nach und nach chemisch und mechanisch zerstört, und der Detritus durch Gewässer fortgeführt: so setzen sich diese Metalle früher als die zerkleinerten Gesteine ab. Daher sind in der Regel die Alluvionen reicher an Gold und Platin als die Gebirgsgesteine, worin sie enthalten waren.

Silber, findet sich meist in kleinen undeutlichen Krystallen, gewöhnlich in mannichfachsten Formen gruppirt: zähnig, baum-, draht- und haarförmig, moosartig, gestrickt, in Platten, Blättchen, angeflogen, derb, eingesprengt, in stumpfeckigen Stücken und Körnern, und ist in Gängen vielfach verbreitet. Am *Keweenaw Point* und *Isle Royale* am *Lake Superior* findet es sich im Trapp eingesprengt, und wird stets von gediegenem Kupfer begleitet. Beide Metalle sind an ihren Ecken mit einander verknüpft, aber jedes von beiden ist fast ganz rein und frei vom andern. Die gröſste Masse gediegenes Silber, welche man dort gefunden hat, wog 6 Pfund *).

Aus zahlreichen, von Malaguti und Durocher **) angestellten Untersuchungen vieler Stufen von verschiedenen Localitäten *Europa's* ergiebt sich, daſs Schwefelmetalle, Arsenik- und Schwefel-Arsenikmetalle, Metalloxyde und selbst gediegene Metalle, welche Silbererze begleiten, oder sich in

*) Foster and Whitney a. a. O. S. 108.

**) Compt. rend. T. XXV. No. 4.

deren Nähe befinden, mehr oder weniger Silber enthalten. Dieses Metall scheint daher eines der am meisten verbreiteten im Mineralreiche zu sein. Diese Untersuchungen scheinen darzuthun, dafs das Silber in den Schwefelmetallen nicht gediegen vorhanden sein könne.

Eines, unten angeführten Zweckes wegen, habe ich, mit gütiger Erlaubnifs meiner Freunde Reich und Breithaupt, die an gediegenem Silber reiche academische Sammlung zu *Freiberg* vor zehn Jahren in Augenschein genommen, und das Vorkommen und die Verhältnisse des gediegenen Silbers studirt. Hier die allgemeinen Resultate meiner Beobachtungen. Bei weitem das meiste Silber sitzt auf Glaserz, und nicht selten tragen die Silberfäden, manchmal mehr als einen Zoll von der Stufe entfernt, sehr kleine Kalkspath- oder Barytspath-Krystalle. An einer Stelle einer Stufe sitzt ein Glaserzkrystall auf einem Silberfaden. Entweder widerstand dieses Glaserz der Reduction, oder das regulinische Silber hatte sich wieder in Schwefelsilber umgewandelt. Diese Umwandlung zeigen mehrere Stufen sehr deutlich. Das Glaserz ist eben so zahnig und drahtförmig, wie das Silber auf anderen Stufen, und trägt eben so wie dieses einen Kalkspathkrystall. Es ist biegsam, wie dieses, und an verschiedenen Stellen, wo das Erz abgesprungen ist, bemerkt man einen metallischen Kern. Auf einer Druse von Quarz, Bleiglanz, Eisen- und Arsenikkies ist das drahtförmige Silber blofs geschwärzt, wie Silber, welches Schwefelwasserstoff-Entwicklungen ausgesetzt war. Hier hatte daher die Umwandlung des Silbers in Schwefelsilber eben begonnen. Es finden sich aber doch schon einzelne mikroskopische Glaserzkrystalle auf den Silberdrähten. Zincken fand auf einer Stufe von *Freiberg* gediegenes Silber in grofsen Zähnen in Sprödglaserz umgewandelt, auf Wasserkies mit einzelnen Krystallen von Sprödglaserz.

Wenn es meist unzweifelhaft ist, dafs die vom Silber getragenen Kalkspathkrystalle von späterer Bildung als dieses sind: so erscheint doch manchmal das Silber auf dem Kalkspath aufgewachsen. Bei näherer Besichtigung ergiebt sich indefs, dafs die Silberfäden entweder den Kalkspath durchsetzen und mit der Unterlage communiciren, oder dafs sie, gleich überhängenden Aesten, von einem gemeinschaftlichen

Stamme ausgehen. Auf einer Stufe (wahrscheinlich von *Kongsberg*) zeigen sich Eindrücke von Kalkspathkrystallen in ästigem Silber, während an einer anderen Stelle Silberhörner aus dem Kalkspathe hervorragen. Hier scheint sich dieser vor und nach der Bildung des Silbers abgesetzt zu haben. In einer Stufe, wo das Silber fast in eine dichte Masse übergeht, zeigen sich Eindrücke von Quarzkrystallen; vom Glaserz ist hier nirgends etwas zu sehen. War das Silber aus diesem entstanden: so mufste es vollständig zersetzt worden sein.

In zwei angeschliffenen Stufen ist Silber und Glaserz in denselben gestrickten, theils baumförmigen Gestalten in Barytspath mit etwas Flufsspath eingewachsen. Auf der anderen Seite der Stufe sitzen einige gröfsere Krystalle von Sprödglaserz, an denen aber keine Reduction bemerkbar ist. In einer Stufe erscheint das Glaserz im Baryt-, Flufs- und Eisenspath genau in denselben gestrickten Gestalten, wie in zwei anderen das Silber. Dafs das Glaserz zuerst existirte, sieht man daran, dafs der Barytspath da, wo er sich wegen des dazwischen liegenden Erzes nicht deutlich entwickeln konnte, körnig erscheint, hingegen da, wo letzteres fehlt, sich ausgebildet hat.

Viele angeschliffene, dünne Hornsteinplatten mit gediegenem Silber zeigen, dafs letzteres wahrscheinlich ein Gerippe gebildet hatte, auf welchem sich die Kieselsäure niederschlug. Zwar erscheinen manche Silberparthien hier und da unterbrochen, aber wohl nur defshalb, weil die Silberäste in verschiedenen Ebenen liegen. Die schönen Stufen, wo das Silber in baumförmigen Parthien mit rechtwinklig auslaufenden Zweigen im Barytspath eingewachsen ist, sind zu vergleichen mit den Dornreifsern der Gradirwerke, welche mit Dornstein überzogen sind. Das gediegene Silber stellt die Dornreifser, der Barytspath den Dornstein dar.

Weifsbleierz und Kupfernickel gehören auch zu den späteren Infiltrationen. Auf einer Stufe hatten sich an einzelnen Silberfäden und Haken Kalkspath und darauf Kupfernickel angelagert.

An mehreren Stufen, welche Bleiglanz enthalten, ist das Silber nie in Berührung mit demselben, sondern stets ist zwischen beiden Kalkspath.

In der *Freiberger* Sammlung habe ich gediegenes Silber nie auf einem anderen Erze, als auf Glaserz gefunden. Weder Sprödglaserz, noch Rothgültig- oder Weifsgültigerz zeigen auch nur Spuren gediegenen Silbers. Breithaupt*) führt gediegenes Silber in sehr seltenen Fällen als Pseudomorphose nach Rothgültigerz an. In der Sammlung des verstorbenen v. Weissenbach in *Dresden* fand ich zwar eine Stufe gediegenen Silbers, worin Rothgültigerz enthalten war; dieses war aber ohne Zweifel von späterer Bildung und daher keineswegs aus jenem hervorgegangen. Zippe zeigte mir jedoch in der Sammlung des vaterländischen Museums zu *Prag* gediegenes Silber auf Rothgültigerz von *Joachimsthal;* es war aber nicht drahtförmig, sondern blofs angeflogen auf dem Erze. Mein Freund Zincken theilte mir mit, dafs er einige Stufen besitzt, in denen Silber in Begleitung von Rothgültigerz vorkommt. So eine aus dem *Erzgebirge*, wo sich moosartiges Silber und Rothgültigerz in einer quarzigen Gangmasse finden, eine andere, wo Silber mit Rothgültigerz Gangbrocken zusammenkittet, eine dritte (von *Przibram*), wo in Drusen einer quarzigen Gangmasse mit Blende und Rothgültigerz moosartiges Silber in diesem und mit ihm verwachsen ist. Rothgültigerz wird als häufiger Begleiter des gediegenen Silbers angeführt **), aber meist zugleich mit Glaserz, in welchen Fällen es unbestimmt bleibt, ob die Silberdrähte von diesem oder von jenem herrühren.

Pseudomorphosen von gediegenem Silber nach Rothgültigerz, wahrscheinlich arsenikhaltigem, beschreibt Breithaupt ***). Die Krystalle sind hohl, auch die prismatischen Wände bisweilen etwas durchbrochen; also bedeutende Raumverminderung. Da sich Rothgültigerz in Silberglanz zersetzt: so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs diese Zersetzung der Reduction vorhergeht, und in diesem Falle könnte sich haarförmiges Silber bilden.

In der Sammlung zu *Prag* fand ich drahtförmiges Silber auf Bleiglanz, der theils mehr oder weniger porös, theils

*) Paragenesis S. 152.

**) Handwörterb. d. topograph. Mineral. von G. Leonhard.

***) Berg- und hüttenmännische Zeitung 1853. No. 24.

unverändert ist. Auf einer Stufe von *Przibram* sieht man deutlich die Silberfäden in Bleiglanz hineinsetzen. Auf einer andern Stufe werden Barytspathkrystalle von diesen Fäden getragen. Auf einer dritten Stufe (von *Wolfach*) findet sich Silberblech zwischen Barytspath und Bleiglanz. Eine Stufe von *Budweis* enthält Silber mit Bleiglanz, und einige Bleiglanzkrystalle werden von Silberfäden getragen. Zincken theilte mir mit, dafs eine seiner Stufen aus dem *Erzgebirge* gleichfalls das Vorkommen von haarförmigem Silber mit Bleiglanz im Quarz zeigt.

Haarförmiges Silber kann daher aus Bleiglanz durch Reduction hervorgehen, wofür auch die, freilich nicht immer stattfindende poröse Beschaffenheit des letzteren spricht. Die von den Silberfäden getragenen Bleiglanzkrystalle sind entweder von späterer Bildung, als der Bleiglanz, aus welchem das Silber hervorgegangen ist, oder sie sind während der Reduction durch die emporschiefsenden Silberfäden losgerissen worden. Ist letzteres der Fall: so können auch manche von Silberfäden getragenen Kalk- und Barytspathkrystalle gleichfalls losgerissene sein.

Zincken besitzt mehrere Stufen gediegenen Silbers, welche zum Theil ähnliche, zum Theil neue Verhältnisse zeigen. So drahtförmiges Silber mit krystallisirtem Polybasit in Drusen von Bleiglanz: das Silber sitzt zwischen den Polybasittafeln, scheinbar mit denselben auf gleicher Basis von Bleiglanz: ferner in Kalkspath mit wenig Polybasit; das gediegene Silber gangförmig mit neben liegendem Glaserz (von *Kongsberg*); haarförmiges Silber in Drusen einer quarzigen Gangmasse mit Eisenkies und Polybasit auf Quarzkrystallen; moos- und haarförmiges Silber in Drusen einer quarzig-kalkigen, mit Polybasit durchdrungenen Gangmasse (von *Zacatecas* in *Mexico*). Demnach kann mannicht zweifeln, dafs Silber auch aus Polybasit hervorgehen kann.

Auf einem Kobaltgange bei *Schneeberg* findet sich haarförmiges und ästiges Silber, theils allein, theils mit Glaserz und Rothgültigerz auf Kalkspath. Nicht selten ist es mit einer dünnen Quarz- oder Hornsteinkruste überzogen. Solche Hornsteinästchen finden sich aber auch in einer Druse; daher ist zu vermuthen, dafs diese früher ebenfalls gediegenes

Silber waren, um welche sich der Quarz ansetzte, und woraus später das Silber fortgeführt wurde *). Dieses Metall kann als solches nicht fortgeführt werden; wenn aber die Gewässer, welche die Kieselsäure absetzten, Schwefelwasserstoff enthielten: so wurde es zu Schwefelsilber, und dieses konnte, nach vorhergegangener Oxydation, als schwefelsaures Silberoxyd fortgeführt werden.

Schon vor zehn Jahren **) habe ich gezeigt, dafs bei einer Temperatur, die unter der Schmelzhitze des Zinks liegt, künstliches Schwefelsilber durch Wasserdämpfe reducirt wird, und dafs das reducirte Silber in denselben baum-, moos- und drahtförmigen Gestalten, wie das gediegene, erscheint, dafs ferner nicht ganz mit Schwefel gesättigtes Schwefelsilber, bis zu einer Temperatur erhitzt, die wenig über der Siedhitze des Schwefels liegt, während des Erkaltens reducirt wird, indem man dann unter der Loupe die Silberfäden herausschiefsen sieht.

Da die Reduction des Schwefelsilbers durch Wasserdämpfe in Glasröhrsn mifslich ist: so wandte ich später eine kupferne Röhre an, in welche die Glasröhre mit dem Schwefelsilber eingeschoben wurde, und wobei durch ein Ventil die Wasserdämpfe etwas gespannt werden konnten. In diesem Apparate wurden folgende Silbererze der Wirkung der Wasserdämpfe theils unter dem gewöhnlichen, theils unter höherem Drucke ausgesetzt. Die Röhre wurde zwar erhitzt; da aber die Wasserdämpfe anhaltend und in grofser Menge durchströmten: so konnten die Silbererze nur wenig über den Siedepunct des Wassers erhitzt werden.

Glaserz, über welches zwei Stunden lang 12 Unzen Wasserdämpfe strichen, wurde an den, den Dämpfen zugekehrten Stellen, besonders an Kanten und Ecken, in den, dem gediegenen Silber zukommenden, draht-, haar- und moosartigen Formen reducirt. Die reducirten Parthien ragten bis zu 1 Lin. hoch über die Glaserzstücke hervor; ein-

*) H. Müller in der Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges. Bd. II. S. 17.

**) Poggend. Annal. 1843. Bd. LX. S. 289.

zelne gerollte Silberfäden mögen aber eine Länge von 24 Lin. erreichen. Es wurden drei Stücke Glaserz hinter einander in die Glasröhre gelegt: das erste den Dämpfen zugekehrte zeigte die schönste Reduction, das zweite in geringerem Grade, das dritte gar keine, während ein Stück künstliches Schwefelsilber, welches den vierten Platz einnahm, an einer Kante noch etwas reducirt wurde. Die condensirten Wasserdämpfe hatten einen eigenen, etwas säuerlichen Geruch, und enthielten weder schweflige Säure noch Schwefelwasserstoff, sondern blofs Spuren von Schwefelsäure *). Der Schwefel des Schwefelsilbers hatte sich daher in Verbindung mit Sauerstoff als Schwefelsäure abgeschieden. Der Zutritt der atmosphärischen Luft wurde so viel wie möglich ausgeschlossen; denn die Röhre wurde erst erhitzt, als durch die Wasserdämpfe die atmosphärische Luft ausgetrieben worden war. Dennoch ist es nicht wahrscheinlich, dafs der Sauerstoff der Wasserdämpfe den Schwefel oxydirt, sondern wahrscheinlicher, dafs die vom Wasser absorbirte atmosphärische Luft, welche bekanntlich, selbst nach anhaltendem Sieden, die Wasserdämpfe begleitet, diefs bewirkt habe. Auffallend ist indefs die schnelle Abnahme der Reduction an den auf einander folgenden Stücken Schwefelsilber. Sollte vielleicht die geringe Menge des die Wasserdämpfe begleitenden Sauerstoffgases schon bei der Reduction der ersten Stücke verbraucht worden sein, und die gebildete Schwefelsäure die Reduction in den folgenden Stücken verhindert haben? — Freilich zeigte sich an der Kante des künstlichen Schwefelsilbers noch einige Reduction.

Hierauf wurde in eine, in die Kupferröhre eingeschlossene Glasröhre Arsenik-Rothgültigerz, Sprödglaserz, Polybasit und Weifsgültigerz gebracht, so dafs das Rothgültigerz den ersten, den Wasserdämpfen zugekehrten Platz einnahm, und letztere $2\frac{1}{2}$ Stunden lang durchgeleitet. Mit den Wasserdämpfen entwickelten sich viele Arsenikdämpfe, welche

*) Rousseau (Compt. rend. 1843. T. XVII. P. 1173.) reducirte, wahrscheinlich gleichzeitig mit mir, Schwefeleisen und Schwefelkupfer durch einen Strom von Luft und Wasserdampf in erhöhter Temperatur für technische Zwecke, und fand, dafs die Metalle als Oxyde mit Beibehaltung der Form zurückblieben.

einen sehr starken Knoblauchgeruch verbreiteten. Das Arsenik entwich daher im metallischen Zustande. Der Versuch mifslang aber, weil schon bei der ersten Einwirkung der Hitze die Silbererze zersprangen und durch einander geworfen wurden. Nur an zwei Stellen in der Glasröhre fanden sich einige feine, kaum mit blofsen Augen wahrnehmbare Silberfäden; von welchem Erze sie herrührten, war nicht zu entscheiden.

Sprödglaserz und Polybasit, welche, jedes für sich, zwei Stunden lang, den Wasserdämpfen ausgesetzt wurden, zeigten nicht eine Spur von Reduction. Wahrscheinlich rührten daher jene dünnen Silberfäden im vorigen Versuche von etwas beigementem Glaserze her.

Bleiglanz mit 27,3 künstlichem Schwefelsilber bei gelinder Hitze zusammengeschmolzen, und darauf etwas Schwefel abgebrannt, um einen allenfallsigen Verlust von Schwefel zu ersetzen, wurde in mehreren Stücken den Wasserdämpfen ausgesetzt. Die ersten, dem Dampfentwickelungs-Apparate zunächst gelegenen Stücke zeigten eine sehr schöne Reduction von haarförmigem oder moosartigem, sehr glänzenden Silber.

Bleiglanz mit 4 Proc. künstlichem Schwefelsilber zusammengeschmolzen zeigte keine moosartige Reduction. Hier und da waren nur mikroskopisch kleine Kügelchen zu bemerken, welche reducirtes Blei zu sein schienen. Dafs Bleiglanz für sich durch Wasserdämpfe reducirt wird, habe ich schon früher *) mitgetheilt. Da ein Stück Bleiglanz vom vorigen Versuche, welches den letzten Platz in der Röhre einnahm, und defshalb nicht, in diesem Versuche aber auf dem ersten Platz reducirt wurde: so sieht man, dafs die Bedingungen zur Reduction günstig gewesen waren.

Schliefst man von gleichen Wirkungen auf gleiche Ursachen: so kann man nicht zweifeln, dafs im Mineralreiche die Reduction des Schwefelsilbers gleichfalls durch Wasserdämpfe erfolgt sein werde. Die vorstehenden Versuche zeigen, dafs Silberglanz, aus welchem das meiste gediegene Silber hervorgegangen ist, dasjenige unter den Silbererzen ist, welches künstlich mit der gröfsten Leichtigkeit reducirt

*) A. a. O. S. 288.

wird. Gelang es auf künstlichem Wege nicht, Rothgültigerz zu reduciren, finden wir aber gediegenes Silber, von dem es nicht zweifelhaft sein kann, dafs es aus diesem Erze hervorgegangen ist: so mag diese Verschiedenheit davon herrühren, dafs Rothgültigerz vorher in Silberglanz zersetzt worden (S. 1934), oder dafs die Zeit, welche bei unseren Versuchen fehlt, im Mineralreiche aber in ungemessener Menge gegeben ist, der Hauptfactor war.

Interessant ist es, dafs in Gängen moosartiges Silber aus Bleiglanz hervorgegangen ist, und dafs diese Reduction auch künstlich bewirkt werden konnte. Die Analysen des Bleiglanzes (S. 1926) lassen aber durchaus nicht schliefsen, dafs es Bleiglanze mit einem Gehalte von 27,3 Schwefelsilber giebt. Gewifs war daher das gediegene Silber auf Bleiglanzen aus solchen entstanden, die noch lange nicht so viel Silber enthalten hatten, als die künstliche Verbindung, welche nicht mehr reducirt werden konnte. Hier fällt es so recht in die Augen, wie chemische Wirkungen von kurzer Dauer unmöglich erscheinen können, aber möglich werden, wenn sie sehr lange anhalten.

Es ist unzweifelhaft, dafs die künstliche Reduction des Schwefelsilbers schon erfolgt sein würde, wenn siedendheifse Wasserdämpfe, ohne Erhitzung des Schwefelmetalls angewandt worden wären. Da Dampfentwickelungen aus dem Innern der Erde noch in heutiger Zeit vorkommen: so können sie auch in früheren in Spalten statt gefunden haben. Da jedoch nicht anzunehmen ist, dafs Wirkungen, welche sich in der Siedhitze äussern, in geringeren Temperaturen ganz Null sein sollten: so mögen Dampfentwicklungen auf Kosten der in Gängen, namentlich in gröfseren Teufen herrschenden Wärme, während langer Zeiträume auch noch reducirend wirken.

Nachdem durch vorstehende Reductions-Versuche in kleinem Maafsstabe dieselben haar-, moos- u. s. w. artigen Gestalten hervorgerufen wurden, wie sie das gediegene Silber in gröfserem so häufig zeigt: so können diese Gestalten uns nicht mehr in Verwunderung setzen. Wunderbar bleibt aber, wie das durch Verlust des Schwefels ausgeschiedene, starre Silber in so feine Fäden ausgezogen werden kann. Sind wir

auch nicht im Stande, uns eine Vorstellung von der Kraft zu machen, die diefs bewirkt: so sieht man doch, wie bei chemischen Processen starre Körper, und ohne dafs sie in den flüssigen Zustand übergehen, so wesentliche Formveränderungen erleiden können. Unstreitig gehört in diese Kategorie die Umwandlung des Augit in Asbest (Bd. II. S. 546).

Die Fortführung des Schwefelsilbers aus zusammengesetzten Schwefelmetallen (S. 1939) setzt Oxydationsprocesse voraus. Erfolgte bei den angeführten Versuchen die Oxydation des Schwefels des Schwefelsilbers durch den atmosphärischen Sauerstoff: so zeigt sich hierin ein ähnliches Verhalten, jedoch mit dem Unterschiede, dafs sich wegen mangelnden Sauerstoffs nur der Schwefel, nicht aber das Silber oxydirte, während in den Fällen, wo als schwefelsaures Salz das Silber fortgeführt wurde, auch dieses zur Oxydation kam. Es kann daher derselbe Procefs gewesen sein, welcher je nach verschiedenen Umständen, entweder blofs den Schwefel, oder den Schwefel und das Silber zugleich zur Oxydation brachte, und so in jenem Falle das Silber reducirt, in diesem als schwefelsaures Salz fortgeführt wurde.

Die Fahlerze in der Gegend von *Siegen* enthalten durchschnittlich 0,568 Silber. Nach vier Analysen von meinem Sohne Carl enthält dieses Silber 0,017 — 0,07 Gold. Nehmen wir das Minimum: so ergiebt sich ein Goldgehalt von $\frac{1}{10000}$. Angenommen, dafs, nach Pettenkofer, auch in diesem Gold 0,2 Platin enthalten sei: so giebt diefs einen Platingehalt von $\frac{1}{5000000}$ in diesen Erzen. War dieses Platin mit seinen Begleitern verbunden: so würde, da der mittlere Gehalt des Palladium im Platinerze 1 Proc. ist, der Palladiumgehalt in diesen Erzen $\frac{1}{500000000}$ sein. Solche Minima sich neben den anderen Bestandtheilen der Fahlerze in wässriger Flüssigkeit gelöst zu denken, hat keine Schwierigkeit, sofern es nicht absolut unlösliche Substanzen giebt.

Nach Hagemann ist in 7300000 Th. Erz vom *Rammelsberg* bei *Goslar* 1 Th. Gold enthalten. Sollte dieses Gold gleichfalls platinhaltig sein: so würde der Platingehalt $\frac{1}{3650000000}$ des Erzes sein *).

*) Bericht des naturwissensch. Vereins des Harzes 1840-41. S. 4.

Nach **Malaguti**, **Durocher** und **Sarzeaud** (S. 1564) enthält das Meerwasser ungefähr $\frac{1}{100000000}$ Silber.

So viel ergiebt sich aus diesen Berechnungen, dafs Gold und noch mehr Platin, wenn sie wirklich so allgemein verbreitet im Mineralreiche sind, wie man anzunehmen berechtigt ist, meist in so ausserordentlich geringen Mengen vorkommen, dafs sie durch die gewöhnlichen chemischen Mittel nicht mehr nachgewiesen werden können.

Silberamalgam, mit gediegenem Quecksilber und Zinnober an einigen Orten, enthält 25—36 Silber (Heyer, Klaproth, Cordier).

Arguerit, auf Barytspathgängen mit gediegenem Silber, Chlorsilber, Kobaltblüthe u. s. w. zu *Argueros* in *Chili*, enthält 86,49 oder 6 At. Silber auf 1 At. Quecksilber.

Wismuthsilber von *San Antonio* in *Chili*, besteht aus Silber 60,1, Wismuth 10,1, Kupfer 7,8, Arsenik 2,8, fremde Beimengungen 19,2 (Domeyko). Sollte dieses Erz dem Wismuthsilbererz, welches auf Quarzgängen in kleinen Drusenräumen im *Schapbachthale* in *Baden* vorkommt, ähnlich sein? — Dieses enthält jedoch 16,3 Schwefel (Klaproth).

Quecksilber, findet sich in Tropfen und eingesprengt, auch in Höhlungen und Drusenräumen von Zinnober, Quecksilberhornerz, auch mit Amalgam und in einem Eisenkies von *Idria* (Plattner)*), so wie auf Spalten und Klüften von Thonschiefer, Kohlensandstein u. s. w. Das gediegene Quecksilber ist wohl meist aus Zinnober durch Oxydation des Schwefels hervorgegangen; denn die dadurch gebildete verdünnte Schwefelsäure konnte keine Oxydation des Quecksilbers veranlassen, da nur concentrirte und erhitzte Schwefelsäure es oxydirt.

Kupfer. Kein unedles Metall findet sich so häufig und zum Theil in so grofsen Massen als dieses, am häufigsten auf Gängen und Lagerstätten in verschiedenen Formationen. Es erscheint selten in Krystallen, meist amorph, draht-, plattenförmig u. s. w. Gediegenes Kupfer im Kupferschiefer als Ueberzug von Fischüberresten, so wie das in der Mineralien-Sammlung zu *Freiberg*, welches einen Holzspan einschliefst,

*) Berg- und hüttenmännische Zeit. 1853. No. 35.

gefunden im alten Mann, zeigt deutlich seine Reduction durch organische Substanzen auf nassem Wege. Sein Vorkommen im Serpentin, dem während seiner metamorphischen Bildung viele organische Substanzen durch Gewässer zugeführt wurden (Bd. II. S. 1472), deutet darauf gleichfalls hin. Südlich vom *Lake Superior* auf dem westlichen Ufer des *Antanogan* findet es sich in Menge im Serpentinfels (überhaupt kommt es im Trapp vor); ein Stück wog 137 Pfd. (Shepard). Am südlichen Ufer dieses See's fand sich ein Stück von 1625 Pfd. auf der Oberfläche waren Flecken von metallischem Silber und in Höhlungen Syenit- und Sandstein-Brocken. In einem Grünsteinlager südlich davon kommt gleichfalls Kupfer mit Silber vor. An derselben Stelle fand man früher eine Masse von 2200 Pfd. Jackson spricht von einem Stücke von der *Cliff mine* am *Eagle River*, welches 50 Tonnen wog *). Bei *Copper Falls* finden sich Analcimkrystalle deren Inneres ganz mit zarten Ramificationen von gediegenem Kupfer erfüllt ist. Wird der Analcim aufgelöst: so bleibt es in der Form desselben zurück **).

Das Vorkommen in compacten Massen widerspricht seiner Bildung auf nassem Wege nicht im mindesten; denn das S. 2046 erwähnte, auf nassem Wege reducirte Kupfer bildete eine 2¾ Pfd. wiegende ganz compacte, schmiedbare Masse. Nach Wagner ***) kann unter ähnlichen Umständen das reducirte Kupfer sogar krystallisiren. Breithaupt †) beschreibt Umhüllungs-Pseudomorphosen von gediegenem Kupfer nach Aragonit aus *Bolivia*, wo sie in solcher Menge vorkommen sollen, dafs sie verschmolzen werden. Im Innern ist noch ein Kern von Aragonit vorhanden. Zu *Copper Falls* und an mehren anderen Orten am *Lake Superior* ist Kalkspath oft ganz mit glänzenden Flittern von gediegenem Kupfer, und zu *Eagle Harbor* ist Analcim mit einem feinen Netzwerk desselben erfüllt, welches die vollkommene Ausbildung der Krystallflächen nicht verhindert hat ††).

*) Sill. americ. Journ. (2) VII. 286.

**) Foster und Whitney a. a. O. P. 99.

***) Jahrb. d. Chem. u. Physik Bd. XLVII. S. 325.

†) Berg- und hüttenmännische Zeit. 1853. No. 24.

††) A. a. O. P. 95 und 96.

Wismuth, oft arsenikhaltig, ziemlich häufig auf Gängen im älteren Gebirge mit Kobalt und Nickelerzen.

Blei kommt äusserst selten gediegen vor. Das in Blasenräumen vulkanischer Gesteine mag durch einen Reductionsprocefs in erhöhter Temperatur entstanden sein. Sein Vorkommen im Bleiglanz, Thonstein, in Blasenräumen von Porphyr läfst sich auf diese Weise freilich nicht erklären.

Antimon findet sich, jedoch selten gediegen in krystallinisch-körnigen Massen auf Erzgängen in Gneifs, Thonschiefer, Grauwacke, so wie auf Kalkspathgängen in Begleitung mit anderen Antimonerzen. Häufig enthält es etwas Silber, Eisen oder Arsenik. Sillem *) beschreibt eine Umwandlungs-Pseudomorphose von gediegenem Antimon nach Antimonblüthe, von *Allemont* in der *Dauphinée*. Dem gemäfs kann sich Antimon durch einen Desoxydationsprocefs aus Antimonoxyd im Mineralreiche bilden, und da die Antimonblüthe wohl meist ein Zersetzungsproduct von Antimonglanz ist (S. 2039): so erscheint das gediegene Antimon als ein Oxydations- und darauf folgendes Reductionsproduct des Schwefelantimon. Die allmälige Oxydation desselben schon in gewöhnlicher Temperatur (S. 2040) läfst eine noch schnellere durch Gewässer, welche Sauerstoff und Kohlensäure enthalten, erwarten. Haben auch chemische Untersuchungen noch nicht nachgewiesen, dafs hierbei der Schwefel gleichfalls oxydirt wird: so zeigen doch die Zersetzungen des Antimonglanzes in Antimonblüthe und Antimonocher, dafs die Oxydation des Schwefels und die Fortführung desselben im Mineralreiche wirklich stattfinden. Die Desoxydation des Kupfer- und Eisenoxyd durch organische Substanzen auf nassem Wege berechtigen zu der Vermuthung, dafs auf gleiche Weise auch das Antimonoxyd reducirt werden kann, und um so mehr, da der Sauerstoff in diesem durch eine viel schwächere Verwandtschaft als im Eisenoxyd gebunden ist. Ein Zutreten von Gewässern, Sauerstoff und Kohlensäure enthaltend, zum Antimonglanz, und nachheriges Zutreten von Gewässern, welche organische Substanzen mit sich führen, zum Antimonoxyd erscheinen demnach als die Bedingungen zur Bildung des ge-

*) n. Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1851. S. 577.

diegenen Antimons. Wie aber auch dieses wieder oxydirt werden kann, zeigt die Umwandlung des Antimon in Antimonblüthe (S. 2039).

Arsenik, auf Silber-, Blei-, Kobalterz- und Quarzgängen. Hierher gehört auch der Arsenikglanz, aus einem Gange bei *Geringswalde* im *Erzgebirge*, der 3 Wismuth enthält (Kersten). Da Arsenik zu den leicht reducirbaren Metallen gehört: so ist seine Reduction durch organische Substanzen (S. 1942) leicht zu begreifen. Wahrscheinlich ist es die, aus der Zersetzung von Realgar (S. 1936) und anderer Arsenikverbindungen hervorgegangene arsenige Säure, welche das Material zur Reduction liefert.

Tellur kommt, obwohl sehr selten, gediegen auf Erzgängen in Grauwacke vor. Es besteht aus 92,55 Tellur, 7,2 Eisen und 0,25 Gold (Klaproth), aus 97,21 Tellur, 2,79 Gold mit Spuren von Eisen und Schwefel (Petz).

Gediegenes tellurisches Eisen. Seine Existenz ist häufig bezweifelt worden. Folgende Analysen von gediegenem Eisen liegen vor:

	I	II
Eisen	92,5	91,8
Blei	6,	—
Kupfer	1,5	—
Kohle	—	7,0
	100,	98,8

I. Gediegenes Eisen, aus der Grube *Eiserner Johannes* zu *Grofskamsdorf*, ist eine derbe Masse mit ansitzendem Eisenoxydhydrat, von 12 Unzen Gewicht, unter dem Hammer weniger geschmeidig wie Meteoreisen (Klaproth) *).

II. Gangartig im Glimmerschiefer bei *Canaan* in *Connecticut* (Shepard) **).

*) Beiträge Bd. IV. S. 102.

**) Germar Taschenbuch f. Mineral. Bd. XV. S. 932.

III	a	b
Eisenoxydul .	98,171	—
Eisenoxyd . .	—	94,464
Mangan . .	Spuren	Spuren
Nickel (u. Kobalt)	0,120	0,737
Kalk u. Magnesia	0,178	—
Thonerde . .	0,213	—
Kieselsäure . .	0,818	0,619
Phosphorsäure .	0,500	3,159
Vanadinsäure .	Spuren	1,402
	100,000	100,381

III. Gediegenes Eisen aus einem sogenannten versteinerten Laubholzstamme auf einer schwimmenden Insel im See *Ralang* bei *Katharinenholm* in *Smaland*. Man fand es, nach vierjährigem Verweilen der Insel unter Wasser mit Eisenoxydhydrat zwischen dem Holzzellengewebe, welches es an einigen Stellen ganz oder theilweise ersetzt hatte, in kleinen Körnern, Blättchen und als Staub, gemengt mit organischen Theilen, von denen es sich mit dem Magnet gröſstentheils trennen lieſs. Die Körner waren etwas porös und etwas schmiedbar. Das spec. Gewicht der Körner war 6,248 bis 6,497, das des geschmiedeten Eisens = 6,625. Nach Behandlung mit sehr verdünnter Salpetersäure blieb ein Rückstand von 19,84 Proc., worin noch 7,47 organische Substanzen enthalten waren: *a* salpetersaurer Auszug, *b* Rückstand (Bahr) *). Derselbe ist der gewiſs ganz richtigen Ansicht, daſs sich dieses Eisen aus einem Eisensalze (wohl aus Eisenoxydhydrat, von dem es begleitet wurde) durch Reduction innerhalb der Holzzellen, abgelagert habe.

*) Journ. f. pract. Chem. Bd. LIV. S. 194. Der Güte des Hrn. Bahr verdanke ich ein Stück dieses Eisens, welches einen silberweiſsen Glanz hat und umgeben ist von einer Eisenoxydhydrat-Rinde. Der Gehalt an Nickel und Kobalt ist sehr merkwürdig, da man diesen für ein ausschlieſsliches Kennzeichen des Meteoreisens nimmt.

Gediegenes Eisen ist ein wesentlicher Bestandtheil des Platinerzes (S. 2057). Nach Osann findet sich sogar im Platinsande von *Südamerika*, *Sibirien* und vom *Ural* eine Verbindung oder ein Gemeng, welches 90,91 Eisen enthält.

Hausmann *) und Karsten **) führen mehrere Fundorte gediegenen Eisens im Sandstein, Eisenstein-Conglomerat, auf einem Gange, im Cerit, zwischen Laven und als Erzeugnifs eines Erdbrandes im Steinkohlengebirge an. J. G. Bornemann ***) fand im Kohlenletten der Keuperformation bei *Mühlhausen* in *Thüringen* Knollen von Eisenkies, und darunter einen, worin sich gediegenes Eisen in sehr unregelmäfsiger zackiger Form zeigte, und in dessen Innerem theils hohle, theils mit der Masse der Kruste erfüllte Räume vorhanden waren. Das Eisen ist sehr weich und geschmeidig und von der Farbe des Meteoreisens. Die das Ganze umgebende schwarze Kruste ist manchen Magneteisensteinen ähnlich; sie enthält fein zertheiltes metallisches Eisen, und hat hier und da einen dünnen Ueberzug von Eisenoxydhydrat und kohlensaurem Kalk. Das Eisen enthielt weder Nickel noch Kobalt, und die schwarze Kruste bestand gröfstentheils aus Eisenoxyduloxyd, welches mit dem beigemengten Eisen 95,63 Proc. betrug, aus 3,75 Kieselsäure und Spuren von Mangan, Thonerde, Magnesia und Wasser (Brückner). Schon früher fand N. Gräger in der dortigen Keuperformation, unter mehreren Rotheisenstein-Knollen einen, der ebenfalls gediegenes Eisen enthielt.

Fassen wir alles zusammen: so kann es nicht zweifelhaft bleiben, dafs faulende organische Substanzen stets die Reductionsmittel des gediegenen tellurischen Eisens waren. Wiederholt wurden in diesem Werke Thatsachen angeführt, welche die Reduction des Eisenoxyd zu Eisenoxydul durch solche Substanzen nachweisen. Im Kohlenletten des Keupers wurde der Rotheisenstein theilweise zu Oxydul reducirt und dadurch Magneteisen gebildet. Ist nun diese Reduction eine ganz gewöhnliche Erscheinung, warum sollte nicht unter be-

*) Handb. d. Mineralogie Th. II. Bd. I. S. 38.

**) Handb. d. Eisenhüttenkunde Bd. II. S. 12.

***) Poggend. Annal. Bd. LXXXVIII. S. 145.

sonderen Umständen die Reduction vollständig werden können? — Aber selten eintretende Umstände müssen es sein; denn sonst würde in der Stein- und Braunkohlen-Formation, wo die Reductionsmittel in so grofsen Massen vorhanden sind, gediegenes Eisen eine ganz gewöhnliche Erscheinung sein. Vielleicht hindert die Kohlensäure, welche sich bei der Reduction des Eisenoxyd zu Oxydul bildet, und sich mit dem Oxydul verbindet, die weitere Reduction. Uebrigens ist noch zu bemerken, dafs bei der Fäulnifs Kohlenwasserstoffgas gebildet wird, welches Eisenoxyd schon unter 288° R. zu Eisen reducirt. Was in dieser Temperatur schnell erfolgt, kann wohl in gewöhnlicher in einer langen Zeit langsam von Statten gehen, und so mögen wohl Kohlenwasserstoff-Verbindungen einen besonderen Antheil an der Reduction nehmen.

V. Vorkommen der Metalle in Quellen und in deren Absätzen.

Es ist bekannt, dafs selbst die eisenreichsten Quellen nur sehr wenig kohlensaures Eisenoxydul enthalten. Die anderen Metalle, welche man in neuerer Zeit in vielen Quellen gefunden hat, sind wiederum kleine Bruchtheile vom Eisen; daher sind sie nur zu entdecken, wenn durch Abdampfen gröfserer Quantitäten Wassers etwas beträchtliche Rückstände erhalten werden. Gelingt es aber auch dann nicht: so nimmt man Zuflucht zu den Absätzen der Quellen, welche häufig in ganz bedeutenden Quantitäten zu Gebote stehen. So hat man denn, wenn die Reagentien in den Rückständen nach dem Abdampfen nur undeutliche oder gar keine Spuren von Metallen anzeigten, diese in den Absätzen nicht selten deutlich erkannt und sogar quantitativ bestimmt. Hatte man sich von ihrer Gegenwart in den Absätzen überzeugt: so glückte es auch häufig, sie in dem Wasser selbst nachzuweisen.

Schafhäutl *) machte 1840 aufmerksam auf die Gegenwart von Arsenik in Eisenerzen, und auf die häufige Anwesenheit desselben und auch des Antimons und Zinns im

*) Journ. f. pract. Chem. B. XXI. S. 129.

Eisen. Walchner *) zeigte seit 1844, dafs sich kleine Quantitäten Kupfer und Arsenik in jedem Eisenerze finden, und dafs diese Metalle das Eisen in Ackererden, in Thon und Mergel begleiten. Kupfer und Eisen fand er hierauf in den Ocherabsätzen von eilf Quellen, und im Ocher der Quellen von *Wiesbaden* auch Antimon.

Wir stellen in der Tabelle A alle Quellen zusammen, in denen diese und andere Metalle gefunden wurden. Zur leichteren Uebersicht wurden, wo quantitative Bestimmungen vorliegen, dieselben auf 100000 Th. Wassers reducirt. In der Tabelle B sind die Ocherabsätze aufgeführt, in denen diese Metalle gleichfalls gefunden wurden. Wo quantitative Bestimmungen vorliegen, wurden sie auf 100 Th. Ocher reducirt **).

Tabelle A.

in 100000 Th. Wasser.	I	II	III	IV
Kupfer	Spur	0,64	—	Spur
Zinn	—	—	—	Spur
Schwefels. Zinkoxyd . .	—	—	1,33	—
	V	**VI**	**VII**	**VIII**
Arsenik	0,05	0,03	—	—
Arseniks. Kalk . . .	—	—	0,015	—
„ „ Eisenoxyd . .	—	—	—	Spur
	IX	**X**	**XI**	**XII**
Kupferoxyd	0,010	0,007	0,016	Spur
Bleioxyd	0,0025	0,0016	0,0037	0,0107
Zinnoxydul	0,0025	0,0017	0,0038	0,0134
Antimonoxyd	0,0025	0,0010	0,0024	0,0128
Arsenige Säure . . .	0,06	0,04	0,09	0,12

*) Amtlicher Bericht üb. d. Versammlung deutscher Naturforscher
**) Die ausführlicheren Citate finden sich gröfstentheils in den Jahresberichten von Liebig und Kopp für 1847 bis 1852.

in 100000 Th. Wasser.	XIII	XIV	XV	XVI
Kupferoxyd	Spur	0,0112	—	Spur
Bleioxyd	0,0134	—	—	—
Zinnoxydul	0,0166	0,0005	—	—
Antimonoxyd	0,0150	0,0005	0,90	0,027
Arsenige Säure . . .	0,08	0,0005	—	0,013

	XVII	XVIII	XIX	XX
Arsenige Säure . . .	0,012	Spur	0,06	Spur

	XXI	XXII	XXIII	XXIV
Arsenige Säure . . .	0,0024	Spur	Spur	Spur
Kupferoxyd	—	—	—	Spur

	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII
Arsenige Säure . . .	0,0011	—	—	0,008
Schwefelkupfer	—	Spur	—	—
Arseniks. Eisenoxyd . .	—	—	Spur	—

	XXIX	XXX
Arsenigs. Kalk	—	Spur
Nickel und Kobalt	Spuren	—

I *Töplitz* in allen Quellen (Ficinus) [1]. — II *Ernabrunnen* im *Selkethal* am *Harz* (Bley) [2]. — III *Ronneby* (Berzelius und Trolle-Wachtmeister) [3]. — IV *Saidschütz* (Berzelius B. I. S. 874). — V *Hamman Mes Kutin* bei *Constantine* (Tripier, Henry und Chevalier) [4]. — VI *Wiesbaden* (Fiquier [5]). — VII Kochbrunnen zu *Wiesbaden* (Fresenius) [6]. — VIII *Liebenstein* (Liebig) [7]. — IX *Rippolsau*, Josephs-

1) Berz. Jahresbericht IV. S. 132. — 2) Trommsdorff's n. Journ. d. Pharm. B. XVIII. S. 2. — 3) Berz. Jahresbericht VIII. S. 237. — 4) Pharmaceut. Centralblatt 1841. S. 676 und 1845. S. 717. — 5) Compt. rend. T. XXIII. P. 634. — 6) Untersuchung d. Mineralwasser im Herz. Nassau I. 1850. — 7) Annal. d. Chem. und Pharm. B. LXIII. S. 127.

quelle. X Wenzelsquelle. XI Leopoldsquelle (Will) [8]. — XII *Kissingen* Pandur. — XIII *Ragoczy* (Keller) [9]. — XIV *Brückenau* (Keller) [10]. — XV Mineralwasser aus der Umgegend von *Schüpfheim* im Canton *Luzern* (Baur) [11]. Diese ungewöhnlich grofse Menge von Antimonoxyd macht die richtige Bestimmung zweifelhaft. — XVI *Mondorff* bei *Luxemburg* (van Kerckhoff) [12]. — XVII *Trianon* (Chatin) [13]. — XVIII In der Nähe von *Metz* (Langlois) [14]. — XIX Bei *Bussang* in den *Vogesen* (Chevalier und Schauefele) [15]. — XX *Chatenois* (Kestenholzer-Bad) *Niederbronn*, Dep. *Niederrhein*, (nach Kosmann gleichfalls eine Spur von Arsenik) [16]. *Sulzbach*, *Sulzmatt*, *Wattweiler*, Dep. *Oberrhein*, *Hauterive*, (*Allier*) *Provins* (*Seine-et-Marne*) *Vichy* (*Allier*) *Mont-d'Or* und *Saint-Mart* (*Puy-de-Dome*) *Plombières*, *Bourbonne-les-Bains* (*Haute-Marne*) hier auch Kupfer (Chevalier, Schauefele und Gobley) [17]. — XXI *Villecelle* bei *Lamalou*, Dep. *des Hérault*, (Audouard [18]). — XXII *Enclos des Célestins* zu *Vichy* (Lefort) [19]. — XXIII *Vilaine-Saint-Aubin*, Dep. *des Loiret*, (Poumarède) [20]. Blondeau [21]) glaubt, das wirksame Princip des Mineralwassers zu *Cransac*, Dep. *des Aveyron*, sei in Lösung gehaltenes Schwefelarsenik. — XXIV *Steben* im Fichtelgebirge (Gorup-Besanez) [22]. — XXV *Niederlangenau* in der Grafschaft *Glatz* (Poleck und Duflos) [23]. — XXVI *Bagnères-de-Luchon* (Filhol) [24]. Unter 10 Quellen 4. Da diese Spuren von Schwefelwasserstoff enthielten: so nimmt er an, dafs das Kupfer an Schwefel gebunden sei [25].

8) Ebend. B. LXI. S. 192. — 9) Anzeigen d. baiersch. Acad. 1847. No. 75. — 10) Repertorium d. Pharm. (2) B. XLVIII. S. 289. — 11) Jahrb. f. pract. Pharm. B. X. S. 3. — 12) Journ. f. pract. Chem. B. XLIII. S. 350. — 13) Compt. rend. T. XXIII. P. 931. — 14) Journ. de chim. méd. (3) T. IV. P. 405. — 15) Ebend. P. 401. — 16) Journ. de pharm. (3) T. XVII. P. 43. — 17) Journ. de chim méd. T. XIII. P. 324. — 18) Ebend. (3) T. V. P. 466. — 19) Journ. de pharm. (3) T. XVI. P. 14. — 20) Rev. scientit. industr. T. XXXVIII. P. 21. — 21) Compt. rend. T. XXXI. P. 313. — 22) Annal. d. Chem. und Pharm. B. LXXIX. S. 50. — 23) Journ. f. pract. Chem. B. LII. S. 353. — 24) Journ. de pharm. (3) T. XX. P. 81. — 25) L. R. v. Fellenberg (Mitttheil. d. naturf. Ges. in Bern 1849. S. 69.) fand weder in den Schwefelquellen noch in den Absätzen des *Gurnigelbades* Arse-

— XXVII *Luxeuil* (Braconnot) [26]. — XXVIII *Wattweiler*, Dep. des Oberrhein, (A. Chevalier) [27]. — XXIX *Nerac* in *Frankreich* (Mazade) [28]. Später wurden in mehreren eisenhaltigen Wassern Nickel und Kobalt nachgewiesen (Ossian Henry [29]). — XXX *Jenzat*, Dep. *d. Allier*, (J. Lefort) [30].

Tabelle B.

in 100 Th. Eisenoxyd im Ocher	I	II	III	IV
Kupfer	—	—	0,03	0,002 u. Zinn
Zinn	—	Spur (Schwefelzinn)	0,005	—
Arsenik	1,10 (Arsenige Säure)	2,12 (Schwefelarsenik)	1,45 *)	0,045

nik, Antimon u. s. w. Er schreibt diefs der Gegenwart von Schwefelwasserstoff zu, welcher, wenn Metalle vorhanden waren, sie in unlösliche Schwefelmetalle umgewandelt hatte. Blondeau (a. a. O.) will, aufser im Mineralwasser von *Cransac*, auch in dem von *Chaudesaigues* (*Cantal*) Schwefelarsenik und in letzterem aufserdem Schwefeleisen und Schwefelmangan gefunden haben. Obgleich wir die Gegenwart von Schwefelmetallen, namentlich derjenigen, deren Metalle bei überschüssiger Säure nicht gefällt werden, nicht in Abrede stellen wollen, und es nach S. 1899 zu begreifen ist, wie durch Vermittelung der Kieselsäure auch andere Schwefelmetalle im freien Schwefelwasserstoff gelöst in Quellwassern vorkommen können: so dürfte es doch eine sehr schwierige Aufgabe sein, ihre wirkliche Gegenwart in denselben nachzuweisen. — 26) Journ. de chim. méd. (3) T. VII. P 737. — 27) Journ. de chim. méd. (3) T. VII. P. 193. — 28) Compt. rend. T. XXXIV. P. 952. — 29) Journ. de Pharm. (3) T. XXIV. P. 305. — 30) Ebend. (3) T. XXI. P. 340.

*) Nach Rammelsberg ist das Arsenik in diesem Ocher als Arseniksäure vorhanden; ebenso, nach Fresenius, (a. u. a. O.) im Sinter des Kochbrunnens zu *Wiesbaden*. Levol (Journ. de pharm. (3) T. XX. P. 94) behauptet dagegen, dafs das Arsenik als arsenige Säure in den Ochern enthalten sei.

in 100 Th. Eisenoxyd

im Ocher	V	VI		VII	VIII
Kupfer	—	—	Kupferoxyd	.	—
Zinn	—	—	Zinnoxyd		—
Zink	—	Spur	Bleioxyd		—
Antimon	Spur	—	Antimonoxyd		—
Arsenik	0,92	0,11	Arsenige S.		3,0 bis 3,9 Arnige Säure

	IX	X	XI	XII
Kupferoxyd	Spur	Spur	Spur	—
Arseniksäure . . .	2,84	2,48	2,23	Spur
Zinn	—	—	—	Spur

	XIII	XIV	XV	XVI
Kupfer	Spur	Spur	—	—
Arsenik	Spur	—	Spur	Spur

	XVII	XVIII	XIX	XX
Kupfer	—	Spur	—	—
Arsenik	Spur	Spur	Spur	2,8 (arseniks. Eisenoxyd)

	XXI	XXII	XXIII	XXIV
Kupfer	—	Spur	—	—
Arsenik	Spur	—	Spur	0,3 (arseniks. Eisenoxyd)

	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII
Kupfer	Spur	Spur	—	—
Arsenik	Spur	—	Spur	Spur

	XXIX	XXX	XXXI	XXXII
Kupfer	—	Spur	—	Spur
Arsenik	Spur	—	Spur	Spur

in 100 Th. Eisenoxyd im Ocher	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI
Kupfer	—	Spur	Spur	—
Arsenik	Spur	—	0,05	0,032

	XXXVII	XXXVIII	XXXIX	XL
Kupferoxyd	—	—	0,11	—
Arseniksäure	0,05	Spur	0,29 *)	Spur
Bleioxyd	—	—	0,19	—

	XLI	XLII	XLIII	XLIV
Kupfer	—	—	Spur	—
Arsenige Säure . . .	0,11	Spur	—	Spur
Arseniks. Eisenoxyd .	—	—	5,3	—

	XLV	XLVI
Kupfer	—	Spur
Arsenige Säure . . .	0,32	Spur
Bleioxyd	—	Spur

I *Driburg*. — II *Liebenstein* (Ludwig) [1]. — III *Alexisbad*, Badequelle. — IV Trinkquelle (Rammelsberg) [2]. — V *Alexisbad*, Badequelle. — VI Trinkquelle (Bley und Diesel) [3]) — VII Absätze der S. 2079 No. IX. X und XI angeführten Quellen. — VIII *Wiesbaden*, Absätze aus verschiedenen Quellen (Will) [4]). — IX *Wiesbaden*, Absatz des Kochbrunnens. — X Sinter im Sprudelbecken. — XI Sinter aus einem Abflufscanale (Fresenius) [5]). — XII *Soden* und *Homburg* (Will) [6]). — XIII *Wildungen* (Fischer) [7]). — XIV *Forges* (Chevalier) [8]). — XV *Bagnères de Pigorre* in den *Pyrenäen* (Lemonnier [9]). — XVI *Casséjouls*, Dep. *Aveyron*,

*) Gleichfalls an Eisenoxyd gebunden.

1) Archiv d. Pharmacie (2) B. LI. S. 145. — 2) Poggend. Ann. B. LXXII. S. 571. — 3) Archiv d. Pharm. (2) B. LII. S. 268. — 4) A. a. O. — 5) A. a. O. — 6) A. a. O. — 7) Ebend. S. 263. — 8) Journ. d. chim. méd. (3) T. III. P. 3. — 9) Compt. rend. T. XXIV. P. 629.

(O. Henry) [10]. — XVII Bei *Metz* (Langlois) [11]. — XVIII Bei *Bussang* in den *Vogesen*. — XIX *Chatenois*, *Niederbronn*, *Sulzbach*, *Sulzmatt* und *Wattweiler*. In den Ocherabsätzen dieser Quellen fanden sich erheblichere Quantitäten Arsenik, als im Wasser (s. S. 2080 XX) (Chevalier und Schauefele) [12]. — XX *Wattweiler* (Lassaigne) [13]. — XXI *Cransac*, Dep. *Aveyron*. — XXII *Chateau-Thierry* (Aisne). — XXIII *Royat*, *Puy-de-Dome*. — XXIV *Royat* (Lassaigne) [14]. — XXV *Hermonville*, *Marne*. — XXVI *Pargny*. — XXVII *Martigné-Briant*, *Maine* et *Loire*. — XXVIII *Fenu*, *Maine et Loire*. — XXIX *Provins*, *Seine* et *Marne*. — XXX *Cardé*, *Vienne*. — XXXI *Jaude*, *Puy-de-Dome*. — XXXII *Bourbonne-les-Bains*, *Haute-Marne*. — XXXIII *Spa*, alle Quellen (Chevalier u. Gobley von XXI bis XXXIII) [15]. Diese Chemiker untersuchten auch fünf Quellen, wo sie theils weder im Wasser noch in den Ocherabsätzen, theils nur in diesen Arsenik fanden. — XXXIV *Valmont* (E. Marchand) [16]. — XXXV Bei *Foix*. — XXXVI *St. Madeleine de Flourens*. — XXXVII Bei *Toulouse* (Filhol) [17]. — XXXVIII Angeschwemmtes Land in der Nähe des Wesergebirges (H. Becker) [18]. — XXXIX *Ems*, Kesselbrunnen, Ocher nahe an der Quelle. — XL Kalksinter, entfernt von der Quelle (Fresenius) [19]. — XLI *Herste* in der Nähe von *Driburg* (E. Müller) [20]. — XLII *Saint-Denis* bei *Blois*, Dep. *Loin* und *Cher*, Ocherabsätze aus drei Quellen (O. Henry) [21]. — XLIII *Luxeuil* (Braconnot) [22]. — XLIV *Kirouars*, Dep. d. untern *Seine* und *Bernerie*, Dep. der untern *Loire* (Robierre und Moride) [23]. — XLV *Rehme* in *Westphalen* (E. Adler) [24]. — XLVI *Schandau* Quellenschlamm (Wackenroder und Reichardt) [25].

10) Journ. de pharm. (3) T. XII. P. 241. — 11) Journ. de chim. méd. (3) T. IV. P. 405. — 12) Ebend. P. 401. — 13) Ebend. T. V. P. 489. — 14) A. a. O. — 15) Journ. de pharm. (3) T. XIII. P. 324. — 16) Journ. de chim. méd. (3) T. IV. S. 693. — 17) Journ. de Pharm. et chim. (3) T. XIV. P. 173. — 18) Arch. d. Pharm. (2) B. LVII. S. 129. — 19) Jahrb. d. Vereins f. Naturk. im Herz. Nassau. H. 7. S. 145. — 20) Arch. d. Pharm. (2) B. LXVIII. S. 152. — 21) Journ. de pharm. (3) T. XX. P. 337. — 22) A. a. O. — 23) Compt. rend. T. XXXII. P. 376. — 24) Jahrb. f. pract. Pharm. B. XXIV. S. 216. — 25) Arch. d. Pharm. B. LXXV. S. 278.

Zieht man die Maxima der in beiden Tabellen aufgeführten Metalle in Beracht: so ergiebt sich, dafs enthalten ist

1 Th.	in	Th. Wasser	in	Th. Ocherabsatz
Kupferoxyd	„	156250	„	909
Bleioxyd	„	$7^m462686$	„	526
Zinkoxydul	„	$6^m024096$	„	20000
Zinnoxyd				
Schwefelsaures	„	75187		—
Antimonoxyd	„	$6^m666666$		—
Arsenige Säure	„	833333	„	26

Die Metalle, welche in kalten Quellen und in deren Absätzen vorkommen, stammen gewifs nur aus dem Gebirgsgesteine ab; denn ihre niedrige Temperatur zeigt, dafs sie einen der Erdoberfläche nahen Ursprung haben. Es sind die durch die Gesteine filtrirenden Tagewasser, welche sich auf wasserdichten Schichtungsflächen sammeln, und da, wo diese ausgehen, ausfliefsen und in den, die Thäler ausfüllenden Alluvionen aufsteigen. Da das Eisen und die übrigen Bestandtheile, welche sie mit sich führen, unzweifelhaft Auslaugungsproducte aus den Gesteinen sind: so kann man von den geringen Mengen Arsenik, Kupfer u. s. w. keinen anderen Ursprung vermuthen. Die heifsen Quellen steigen, je nach ihrer mehr oder weniger hohen Temperatur, aus gröfseren oder geringeren Tiefen auf. Diese Gewässer können ihren Weg durch, in der Tiefe verborgene und mit Erzen erfüllte Gangspalten nehmen, aus welchen sie theilweise ihren Gehalt an Arsenik, Kupfer u. s. w. extrahiren. Da jedoch ihre leichtlöslichen Carbonate, Sulphate und Haloidsalze gewifs nicht von Erzgängen, sondern von Gesteinen herrühren, durch welche die Tagewasser dringen: so ist anzunehmen, dafs ihre geringen Mengen Arsenik, Kupfer u. s. w. denselben Ursprung haben. Sind diese Metalle auch noch so kleine Bruchtheile: so werden sie doch namhafte Gröfsen, wenn beachtet wird, dafs Quellen von der Zeit an, wo die Gebirgsschichten ihre dermalige Position eingenommen haben, ununterbrochen ausfliefsen, wenn auch nicht immer an denselben Stellen. Führen auch diese Betrachtungen zu der unbestreitbaren Ansicht,

dafs alle Substanzen, welche die Quellen zu Tage bringen, aus dem Gebirgsgesteine stammen: so bleibt keine andere Vorstellung für die Substanzen derjenigen Gewässer übrig, welche an den Wänden der Spalten herabgeflossen sind, und daselbst mit der Kieselsäure, mit den Carbonaten u. s. w. die metallischen Verbindungen abgesetzt haben.

Die Kieselsäure ist derjenige Bestandtheil der Quellwasser, welcher als Gangart die Erze am häufigsten begleitet. Es ist daher nicht ohne Interesse, das quantitative Verhältnifs der metallischen Substanzen zur Kieselsäure in den Absätzen der Quellwasser kennen zu lernen (S. 1295). Nur von wenigen Absätzen liegen vollständige Analysen vor, und in denselben sind blofs die Quantitäten des Arsenik angegeben; denn von den elektropositiven Metallen sind nur Spuren vorhanden. In diesen Absätzen kommen auf 1 Th. Arseniksäure 6 bis 400 Th. Kieselsäure. Noch mehr schwankt das Verhältnifs zwischen der Arseniksäure und den Carbonaten, indem auf 1 Th. der ersteren 63 bis 2856 Th. der letzteren kommen. In den Absätzen der Quellwasser sind daher die elektropositiven Metalle noch bei weitem kleinere Bruchtheile von der Kieselsäure und von den Carbonaten, als das Arsenik.

Man ersieht hieraus, dafs eben so wie in den Erzgängen, so auch in den Absätzen der Quellwasser die metallischen Substanzen in geringeren, manchmal in ausserordentlich geringen Quantitäten im Verhältnisse zu den nicht metallischen Substanzen auftreten. Die Eisenerz-Lagerstätten machen jedoch eine Ausnahme; denn in diesen sind die Eisenerze meist die prädominirenden Bestandtheile, und diefs entspricht auch dem prädominirenden Vorkommen des Eisenoxyd in den meisten Absätzen der Quellen. Ueberhaupt sind es nur die Absätze in den Eisenerz-Gängen, welche eine Vergleichung mit denen unserer jetzigen Quellen zulassen, wie das Folgende es noch anschaulicher machen wird.

R. Ludwig und G. Theobald *) fanden im ersten Absatze am Anfange der offenen Soolenleitung zu *Nauheim*, neben 44,28 Proc. Eisenoxyd 1,05 Arseniksäure (mithin 2,37 Proc. vom Eisenoxyd), im zweiten Absatze, neben 9 Proc.

*) Poggend. Annal. Bd. LXXXVII. S. 91.

Eisen- und Manganoxyd, nur noch eine Spur von Arseniksäure. In den folgenden Absätzen, bis zum zehnten, in denen sich das Eisenoxyd fortwährend verminderte, zeigte sich keine Arseniksäure mehr. Diese Säure scheint sich daher mit dem Eisenoxyd abzusetzen, und nicht dem kohlensauren Kalk zu folgen, dessen Absätze in demselben Verhältnisse zunehmen, als die des Eisenoxydhydrat abnehmen. Diefs spricht dafür, dafs die Arseniksäure in den Quellen an Eisenoxydul und nicht an Kalk gebunden ist. Die von den Ocherabsätzen abfliefsenden Gewässer sind daher frei von Arseniksäure. Auch in den Absätzen der *Emser* Thermen zeigen sich solche Verhältnisse. Mit abnehmendem Eisenoxyd nimmt auch die Arseniksäure ab, und merkwürdiger Weise stehen beide zu einander sehr nahe in gleichen Verhältnissen (S. 2084).

Das Vorkommen von Würfelerz und Skorodit auf Brauneisenstein -, und des letzteren auch auf Eisenspath - Gängen (S. 1989) läfst kaum Zweifel übrig, dafs das Arsenik in den Quellen als arseniksaures Eisenoxydul enthalten ist. Dieses Salz, welches künstlich dargestellt weifs ist, oxydirt sich, wie alle Eisenoxydulsalze an der Luft und wird schmutziggrün. Die Bildung des Eisensinters in alten Gruben (S. 1989) zeigt, dafs arseniksaures Eisenoxydul in Gewässern wirklich aufgelöst vorkommt, und wahrscheinlich erfolgt sein Absatz durch höhere Oxydation des Eisenoxydul. Es ist daher dieselbe Ursache, welche das kohlensaure Eisenoxydul und das arseniksaure Eisenoxydul aus den, der oxydirenden Wirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzten Quellwassern ausscheidet. Da das Würfelerz arseniksaures Eisenoxyduloxyd ist: so mag dieses Doppelsalz auch in Ocherlagern enthalten sein. In diesem Falle würde der Ocher beim Erhitzen arsenige Säure entwickeln, da die Arseniksäure durch das Eisenoxydul zu arseniger Säure reducirt wird. Aber auch organische Substanzen, welche in Ocherabsätzen nie fehlen, bewirken diese Reduction.

Das Vorkommen von Arsenikeisen in Eisenspathgängen (S. 1950) entspricht dem Vorkommen von Würfelerz und Skorodit in Eisenerzgängen und von arseniksaurem Eisenoxyd in Ocherlagern. Da eine Regeneration von Arsenikkies vorliegt (S. 1942): so ist gegen die Möglichkeit, dafs auch Arsenik-

eisen aus der Reduction des arseniksauren Eisenoxyd durch organische Substanzen hervorgehen kann, nichts zu erinnern. Bei Gegenwart dieser Substanzen und schwefelsaurer Salze in Ocherlagern ist sogar die Bildung von Arsenikkies, der Arsenikeisen manchmal begleitet, zu begreifen. Auch das nicht seltene Vorkommen des Arsenikkieses auf Magneteisen-Lagerstätten in *Schweden* stimmt damit überein.

Weiter ist jedoch die Analogie zwischen den, Metalle führenden Ocherlagern und den Absätzen in Erzgängen nicht zu verfolgen. Das in Quellwassern und in deren Absätzen, im Verhältniſs zu anderen Metallen, am häufigsten und in gröſsten Mengen vorkommende Arsenik entspricht nicht den quantitativen Verhältnissen dieses Metalls zu anderen Metallen auf Erzgängen.

In den Formationen I, IV, V und VI (S. 1871 ff.) finden sich zwar Arsenikmetalle als mehr oder weniger frequente Erze; aber schon in VI kommt Arsenikkies nicht mehr vor, und kehrt auch in jüngeren Formationen nie wieder. Da ferner viele und zum Theil mächtige Gänge bloſs mit Schwefelmetallen (Bleiglanz, Kupferkies, Blende u. s. w.), welche gar kein Arsenik oder nur Spuren davon enthalten, erfüllt sind: so scheinen die Gewässer, welche diese Erze abgesetzt haben, nicht, wie unsere dermaligen Quellen, Arsenik als prädominirendes Metall enthalten zu haben.

In den Quellwassern IX bis XI der Tabelle A beträgt die arsenige Säure 6mal so viel als das Kupferoxyd, in XIV beträgt umgekehrt dieses 22mal so viel als jene. In den Ocherabsätzen III, IV und XXXIX ist die arsenige Säure das 48, 22 und 3fache vom Kupferoxyd; in den übrigen Absätzen fehlt das letztere theils ganz, theils sind davon, neben verhältniſsmäſsig bedeutenden Mengen Arsenik, nur Spuren vorhanden. Im Allgemeinen ergiebt sich daher, daſs in den Ocherabsätzen verhältniſsmäſsig viel weniger Kupfer und viel mehr Arsenik, als in den Quellwassern gegenwärtig ist, und daſs sich mithin in jenen bei weitem mehr Arsenik als Kupfer abgesetzt haben muſs. Was vom Kupfer gilt, hat noch mehr Bezug auf die anderen elektropositiven Metalloxyde, von denen nur einmal (in XXXIX) das Bleioxyd quantitativ bestimmt

worden ist. *). Die elektropositiven Metalle bleiben demnach gröfstentheils in Lösung, und da sich die Quellwasser gewöhnlich bald nach ihrem Hervorkommen in Bächen und Flüssen vereinigen: so kommen diese Metalle nur in geringen Mengen zum Absatze, und werden mithin in gröfseren Verhältnissen als das Arsenik dem Meere zugeführt; die wirkliche Anwesenheit des letzteren im Meerwasser ist übrigens nachgewiesen (S. 1564).

Ob das Arsenik in den Quellen von der Oxydation von Arsenikmetallen oder von arseniksauren Metalloxyden herrührt, ist natürlich nicht zu ermitteln. Mit vieler Wahrscheinlichkeit ist aber sein Ursprung im Arsenikeisen, Arsenikkies oder im arseniksauren Eisenoxyd (Würfelerz und Skorodit) zu vermuthen; denn rührte es von anderen Arsenikmetallen oder arseniksauren Metalloxyden her: so müfsten die Metalle derselben in viel gröfseren Mengen in den Quellwassern vorkommen, als man sie bis jetzt gefunden hat.

Während in Gebirgsgesteinen Kupfer ziemlich häufig vorkommt (S. 1900), ist nur in e i n e m Basalt Arsenik gefunden worden (S. 1901). Diefs contrastirt sehr mit dem so häufigen Vorkommen von Arsenik in Quellen. Man wird es aber gewifs noch häufiger als Kupfer finden, wenn die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird. In welcher Verbindung jenes Arsenik im Basalt vorkommt, ist nicht bekannt; es bleiben also blofs Vermuthungen übrig. Da es so häufig in Begleitung und in Verbindung mit Eisen vorkommt: so ist es bei der Analyse von Gebirgsgesteinen in dem ausgeschiedenen Eisenoxyd zu suchen, und je mehr dieses beträgt, desto mehr ist von jenem zu erwarten. Daher ist die Aufmerksamkeit besonders auf die eisenreichen Gesteine zu richten.

So weit als quantitative Bestimmungen der Metalle in Quellwassern vorliegen, beträgt das Arsenik so viel oder noch mehr als zur Sättigung der anderen Metalle erforderlich sein würde, wenn diese als arseniksaure Metalloxyde vorhanden wären. Die Bedingungen, welche die Ausscheidung des ar-

*) Nicht zu übersehen ist, dafs man in früheren Eisenoxyd-Absätzen, im Brauneisenstein, einige Male geringe Mengen Kupferoxyd gefunden hat (S. 1901).

seniksauren Eisenoxydul und des in Quellwassern gewifs auch gegenwärtigen arseniksauren Manganoxydul (höhere Oxydation der Oxydule) bewirken, finden aber bei anderen arseniksauren Metalloxyden nicht statt. Es ist daher denkbar, dafs diese arseniksauren Salze in freier Kohlensäure gelöst mit dem Wasser fortgeführt werden, und sich in den Fällen, wo die vom Eisenocher abfliefsenden Gewässer stagniren, mit dem kohlensauren Kalk absetzen *).

Die vorstehenden Bemerkungen dürften Andeutungen geben, worauf bei fortgesetzten Untersuchungen der Absätze der Quellwasser die Aufmerksamkeit zu richten wäre. Die vorliegenden, wenn auch sehr dankenswerthen Untersuchungen reichen noch nicht hin, den Absatz der Erze aus Gewässern, welche Metalle in den Verhältnissen, wie die jetztigen Quellwasser enthalten, genügend zu erklären. Wir müssen uns dermalen mit der wichtigen Thatsache begnügen, dafs Metalle wirklich in Quellwassern und in ihren Absätzen vorkommen; denn damit wurde in Beziehung auf den Absatz der Erze aus Gewässern ein grofser Schritt vorwärts gethan. Vielleicht dafs künftige Untersuchungen entscheiden, ob sich aus den jetzigen metallführenden Gewässern der Absatz der Erze erklären läfst, oder ob wir annehmen müssen, dafs die ehemaligen Gewässer, aus denen sich die Erze abgesetzt haben, von anderer Zusammensetzung als die jetzigen waren.

Schliefslich nehmen wir Bezug auf die mehrfach beobachtete Erscheinung, dafs sich in oberen Teufen und am Ausgehenden der Gänge Eisenerze, in unteren Teufen dagegen Blei - Kupfer - Kobalt - Nickel- und Silbererze finden (S. 1873). Wir stellen es als eine, den vorstehenden Thatsachen entsprechende Vermuthung hin, dafs es vielleicht dieselben Gewässer waren, welche oben Eisen-, unten andere Erze abgesetzt haben.

W. Structur-Verhältnisse in den Gängen.

Die Reihenfolge der Gangmassen zeigt sich theils in

*) Eine sorgfältige Prüfung der Kalksinter auf Metalle ist daher sehr wünschenswerth.

der ganzen Ausfüllung der Erzgänge in Bändern, parallel den Spaltenwänden, theils nur in Drusenräumen durch Bildung der Krystalle über einander. Bei *Freiberg* finden sich die älteren Gangbildungen ohne bandförmige Structur; die Folge in der Bildung der Mineralien ist daher nur in ihren sporadischen Drusenräumen wahrzunehmen. Die darin vorkommenden Mineralien sind aber gröſstentheils andere, als die in der Hauptmasse der Gänge: sie sind meist neuere und manchmal pseudomorphische Bildungen. Die bandförmige Structur scheint im *Freiberger* Ganggebiete um so deutlicher hervorzutreten, je jünger die Gangbildungen sind, am deutlichsten und häufigsten bei den jüngsten Gängen, bei der Formation XII (S. 1874) *).

Weiſsenbach's Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse bieten viele Beispiele der bandförmigen Structur in den Gängen dar. Jeder bandförmige Absatz läuft stets an sämmtlichen im Gangraume vorhanden gewesenen Wänden herum, und erscheint daher in einem einfachen Gangtrumm als correspondirendes Lagenpaar von beiden Saalbändern herein gegen die Mitte krystallisirt. Diese Lagenpaare zeigen deutlich, daſs die an beiden Spaltenwänden herabgeflossenen Gewässer von gleicher Beschaffenheit waren, d.h. stets gleiche Bestandtheile aufgelöst enthielten. Fig. 11 der Tafel ist die Abbildung eines besonders characteristischen Gangstückes im Gneiſs, in natürlicher Gröſse. Folgende krystallinische Gangglieder sind zu unterscheiden: a. Blende, b. Quarz, c. Fluſsspath, d. ein nur aus einzelnen Kryställchen und Puncten bestehendes höchst zartes Säumchen von Blende, e. krummschaliger Barytspath, f. ein schmaler Saum Strahlkies, g. Barytspath, wie e, h. Fluſsspath, wie c, i. Strahlkiessaum, wie f, k. weiſser Kalkspath, l. licht weingelber Kalkspath, der in der Mitte zum Theil kleine Drusen bildet.

Wenn eine solche bandförmige Structur eine andere Bildungsart als aus Gewässern, welche an den Spaltenwänden herabsickerten, zulassen könnte: so muſs die völlige Identität dieser Bildungen mit den Absätzen aus Gewässern, welche vor unsern Augen erfolgen, die letzten Zweifel verscheu-

*) B. Cotta in dessen Gangstudien Bd. II. S. 219.

chen. Daher wurden in Fig. 1. die Abbildung eines geschliffenen Dornreifsers aus einem Gradirwerke, und in Fig. 2. die eines geschliffenen Sprudelsteins aus *Carlsbad* hinzugefügt. In Fig. 1. zeigt sich ein Gegensatz von Fig. 11. Dort sind es die Dornreifser, um welche herum sich die Absätze eines eisenhaltigen Kalksinters, hier sind es die Spaltenwände, an welche sich die verschiedenen Absätze aus herabfliessenden Gewässern anlegten. Fig. 3 bis Fig. 9 sind abgebildete Ausfüllungen von Blasenräumen, entnommen aus dem Atlas zu v. Leonhard's Basalt-Gebilden, welche theils dieselben Bildungen wie in den Erzgängen, theils stalactitische Formen zeigen. Sie bilden die Uebergänge von Fig. 1 und 2 zu Fig. 11, und in Fig. 3, 4 und 6 sind die Infiltrations-Oeffnungen deutlich zu erkennen. Zwei noch bei weitem mehr characteristische Ausfüllungen von Drusenräumen habe ich in meinen populären Briefen über die gesammten Gebiete der Naturwissenschaften S. 177 abbilden lassen. Eine ausgezeichnete geschliffene Mandel aus *Brasilien* zeigt nicht weniger als dreizehn zugefüllte Infiltrations-Oeffnungen an ihrem Umkreise, von denen ohne Zweifel die im Mandelsteine nach oben gelegenen Oeffnungen Zuführungs-Canäle, und die nach unten gelegenen Abführungs-Canäle waren.

Die Structur-Verhältnisse der Erzgänge unterscheiden sich wesentlich von denen der so genannten Gesteinsgänge, in welchen solche lagenförmige Bildungen sich niemals zeigen. Die Plutonisten werden diesen Unterschied für einen Beweis halten, dafs die Gesteinsgänge nur eruptiver Entstehung sein können. Sollte aber auch die Masse, z. B. in den Granitgängen, namentlich in den schmalen, nach Zollen und Linien mefsbaren, von unten und im feuerflüssigen Zustande heraufgekommen sein: so hätte die krystallinische Ausbildung, weil in so engen Spalten die Erkaltung rasch von Statten gegangen wäre, nicht die Folge der Erstarrung sein können (Bd. II. S. 739). Feldspath, Glimmer und Quarz würden sich daher, selbst wenn feuerflüssige Massen solche Spalten ausgefüllt hätten, erst durch spätere Processe auf nassem Wege krystallinisch ausgebildet haben.

Ausfüllungen der Spalten auf mechanischem Wege durch losgerissene Theile des Nebengesteins zeigen sich nicht sel-

ten in den Erzgängen. Im Sphärengestein sind die Bruchstücke von jüngeren krystallinischen Gangmassen concentrisch umgeben. Im Brockengestein finden sich die gewöhnlich noch ziemlich scharfkantigen Bruchstücke des Nebengesteins in grofser Menge und ohne viele Zwischenmittel dicht an einander geknetet. Im Kugelgestein sind aber mehr oder weniger abgerundete Bruchstücke gewöhnlich sehr angehäuft. Da diese Bruchstücke von ihrem eigenen, im zersetzten Zustande befindlichen Gesteine umgeben sind: so rührt ihre Kugelgestalt vorzugsweise von der, die Ecken und Kanten zuerst ergriffenen Zersetzung (wie sich diefs so häufig bei halb verwitterten Basalten, Melaphyren u. s. w. zeigt) und gewifs viel weniger, wie v. Weissenbach*) annimmt, von reibenden Bewegungen der Gebirgsmassen her. Werden Bruchstücke des Nebengesteins in den Gangspalten gänzlich zersetzt: so bildet sich der sogenannte Ausschram, in welchem man noch die ursprüngliche Structur des Nebengesteins erkennen kann, und der Letten, in dem diese nicht mehr erkennbar ist. Letzterer mag aber auch theilweise durch Gewässer von oben herab in die Spalten geschlämmt worden sein. Die Mächtigkeit solcher Gang-Ausfüllungen steigt nicht selten bis auf 3½ Fuss. Auf den mit solchen losen Massen erfüllten Gängen fanden die häufigsten Senkungen und Hebungen statt, wie diefs die Gangspiegel (Harnische, Rutschflächen) zeigen, welche sich manchmal so zahlreich wiederholen, dafs sich der Letten in dünne spiegelige Blätter abtrennen läfst.

Solche Ausfüllungen finden sich bisweilen in Gängen, welche nur diese und keine aus wässrigen Lösungen entstandenen krystallinischen Absätze enthalten; meist treten sie aber in Gesellschaft mit diesen auf und sind dann theils von gleichzeitiger, theils von früherer Bildung. In letzterem Falle kommen sie an den Saalbändern vor und bilden die sogenannten Bestege. Sie zeigen sich bisweilen auch auf einzelnen Schichtungsklüften und Gebirgslagen, in Folge der zwischen denselben fliefsenden und das Gestein zersetzenden Gewässer. Im *Sächsischen Erzgebirge* finden sich Erzgänge, die durch

*) A. a. O. S. 12.

solche Schichtungsklüfte verworfen und gleichzeitig veredelt sind *).

Ausschram und Letten, entstanden durch Zersetzung krystallinischer Gesteine, z. B. des Gneifses, bestehen aus Silicaten von Thonerde, Eisenoxyduloxyd und Alkalien. Die alkalischen Silicate betragen aber stets weniger, als in den Gesteinen, woraus sich diese Zersetzungsproducte gebildet haben; sie fehlen manchmal ganz. Denkt man sich nun eine mit solchen Zersetzungsproducten erfüllte Gangspalte, in welcher die verloren gegangenen alkalischen Silicate durch Gewässer wieder ersetzt werden: so ist die Möglichkeit einer Regeneration des ursprünglichen, oder eines ihm ähnlichen Gesteins gegeben, wenn die amorphen Massen durch Bildung neuer Mineralien in krystallinische Gesteine umgewandelt werden. Eine solche Zuführung alkalischer Silicate findet aber wirklich statt **), da der Feldspath, z. B. im Gneifs, wenn dieser das Nebengestein bildet, einer allmäligen Zersetzung unterliegt, wodurch die Alkalien theils als Silicate, theils als Carbonate fortgeführt werden. Selbst diese Carbonate können Antheil an der Metamorphose des Letten in einem Gange nehmen, da sie die überschüssige Thonerde in demselben fortzuführen und so die Feldspath-Bildung zu befördern im Stande sind (S. 1438). Die Zersetzung des Bicarbonat von Magnesia durch kieselsaure Alkalien in Magnesiasilicat und kohlensaure Alkalien (S. 1481) zeigt die mögliche Bildung dieses Silicats und mithin die des Magnesiaglimmers, wenn

*) v. Weissenbach a. a. O. S. 16.

**) Dafs den Ausschram- und Lettenmassen aufgelöste Substanzen wirklich zugeführt werden, zeigt das Vorkommen von Roth- oder Brauneisenstein in ihnen, bisweilen in solchen Mengen, dafs sich die Ausfüllungen den Eisenerzen nähern. Es ist klar, dafs ein solcher Eisengehalt nicht vom Gneifs, der sich in den Gängen zersetzt hatte, sondern nur von grofsen Massen des Nebengesteins, aus welchen der spärliche Eisengehalt ausgelaugt, in den Letten geführt und darin concentrirt wurde, herrühren konnte. Durch die Gegenwart der Eisenerze ist aber die Bildung von Mineralien im Ausschram und Letten nachgewiesen.

Gewässer, welche, Magnesiabicarbonat und alkalische Silicate enthaltend, im Letten zusammentreffen.

Vorstehende Bemerkungen weisen die Möglichkeit nach, wie Ausfüllungen in Gängen, welche von zersetztem krystallinischen Nebengesteine herrühren, durch Zersetzungsproducte dieses Gesteins wieder in krystallinisches Gestein umgewandelt werden können. So können Granitgänge im Granit und Gneifs, Syenitgänge im Syenit u. s. w. entstanden sein. Es können sich aber auch in solchen Gängen Mineralien gebildet haben, die im Nebengesteine nicht vorkommen, sofern durch die Gewässer in die zersetzte Masse die dazu erforderlichen Substanzen geführt wurden. Dafs das Material, aus welchem die Mineralien in den Gesteinsgängen gebildet wurden, nur aus der Tiefe aufgestiegen sein könne, ist daher keineswegs eine nothwendige Folgerung.

X. Folgerungen aus dem Zusammenvorkommen verschiedener Ganglieder (S. 1875).

Liegen, wie in den Erzlagern der Formation I (S. 1671), Erze mit Mineralien durch einander (Bd. II. S. 459 ff., 528 ff.): so waren diese wie jene aus sedimentärem Gesteine durch Krystallisation auf nassem Wege hervorgegangen; denn das S. 1910 und 1926 erwähnte Vorkommen von geschwefelten Kupfererzen und Bleiglanz *) zeigt, dafs sedimentäre Gesteine gar nicht selten Erzlager einschliefsen. Die Krystallisation der Mineralien (Augit, Vesuvian, Granat) war der erste, die Krystallisation der Erze der zweite Act.

In den krystallinischen Gesteinen, so wie in deren Gängen und Drusenräumen der Formation II ging gleichfalls die Krystallisation der Mineralien (Feldspath) der des Anatas, Rutil u. s. w. voran. Hier wie in den Erzlagern kam daher das Material für die Bildung der Erze nach erfolgter Krystallisa-

*) Foster und Whitney (a. a. O. S. 146 ff.) weisen im Bezirke des *Lake Superior* ein Kalkstein-Lager von grofser Ausdehnung und Mächtigkeit nach, welches ein Glied der unteren silurischen Formation, und innerhalb seiner bekannten Grenzen grofsentheils durch und durch Bleiglanz-führend ist. Gänge setzen in ihm auf, deren Gangmassen entschieden vom Nebengesteine abstammen.

tion der Mineralien zur Ausscheidung, und es zeigt sich eine unverkennbare Analogie mit der Bildung krystallinischer Gesteine aus amorphen Massen überhaupt. So wie z. B. im Granit der Quarz ein späteres Ausscheidungsproduct zersetzter Silicate ist: so kann auch die Titansäure von zersetzten Titanaten herrühren. Das Zusammenvorkommen der Titansäure mit Quarz, der theils von gleichem Alter, theils jünger, theils älter als jene ist, deutet darauf hin, dafs beide Substanzen Producte coordinirter Zersetzungsprocesse sind. Da die Titansäure in den Drusenräumen unzweifelhaft auf nassem Wege eingeführt wurde: so hat es nicht die mindeste Schwierigkeit, die Krystallisation der im krystallinischen Gesteine selbst vorkommenden Titansäure auf gleiche Weise sich zu denken.

Waren Ausscheidungen von Quarz und Zinnstein coordinirte Processe (S. 2033): so ging doch in der Formation III der Absatz des ersteren dem des letzteren voran. Da kieselsaures Zinnoxyd im Mineralreiche vorkommt: so ist die Möglichkeit, dafs der Zinnstein ein Zersetzungsproduct dieses Silicats sein kann, gegeben. So lange aber nicht in den Gebirgsgesteinen, welche Zinnsteingänge einschliefsen, noch rückständiges kieselsaures Zinnoxyd gefunden wird, bleibt diese Zersetzung blofs eine Möglichkeit.

In der Formation IV ist Quarz stets das erste Gangglied und so überwiegend, wie auf keiner anderen Gangformation. Gewöhnlich ist er aber mit Eisenkies, Arsenikkies, Bleiglanz und Blende unregelmäfsig gemengt; selten findet eine zonenweise Gliederung statt. Die Gänge dieser Formationen enthalten sehr häufig kleine scharfkantige Bruchstücke vom Nebengesteine, manchmal in solcher Menge, dafs der ganze Gang damit erfüllt ist. Diese Bruchstücke, deren Schiefertextur sich in allen Richtungen kreuzt, sind gewöhnlich mit der sie umhüllenden Quarzmasse fest verwachsen und nicht selten davon gänzlich durchdrungen. Auch das Nebengestein ist damit verwachsen, und in der Nähe der Gänge ist es bedeutend kohlenstoffhaltig. Wo es Grünstein ist, hat sich dieser sehr häufig theils in eine kaolin- oder specksteinartige, weiche Masse, theils in einen dichten gabbroartigen Serpentin umgewandelt.

In den Formationen V bis IX, XI und XIV ist der Quarz bei weitem am häufigsten das erste Ganglied. In allen diesen Fällen war daher die Kieselsäure das erste Ausscheidungsproduct; mithin waren Feldspath oder feldspathartige Massen diejenigen Gemengtheile im Nebengesteine, welche der Zersetzung zuerst unterlagen (S. 1277). Finden sich, wie so häufig, die Erze in den Gängen im Quarz eingewachsen: so kann nichts gewisser sein, als dafs sie denselben Ursprung, wie dieser haben, mithin gleichfalls von zersetzten Silicaten herrühren *). Vom Kupferoxyd wissen wir, dafs es im grünen Feldspath vorkommt (S. 1891). Können aber nicht in anderen Feldspathen geringe Quantitäten anderer Metalloxyde enthalten sein, die den bisherigen Analysen entgangen sind, weil die Aufmerksamkeit nicht darauf gerichtet war? (Bd. I. S. 916). Daub **) fand in der Mitte eines Zwillings-Orthoklaskrystalls aus einem Stollen eine, dem Braunspath ähnliche Masse mit einigen deutlichen Bleiglanz-Augen, und in der noch unversehrten Krystallrinde eines gröfstentheils verwitterten Zwilling aus dem Porphyr ein Bleiglanzkorn.

Folgen auf Quarz als erstes Ganglied die Erze, so fehlten entweder in den Silicaten, welche jenen lieferten, die metallischen Verbindungen, oder dieselben wurden später als der Quarz durch Gewässer in die Gangspalten geführt. Dafs die Eisen- und Manganerze aus der Zersetzung der Silicate dieser Metalle hervorgegangen sind, ist unzweifelhaft; denn sie finden sich stets in Gebirgsgesteinen, welche reich daran sind. Bei *Johanngeorgenstadt* folgen, nach v. Weissenbach, die Rotheisenerzgänge gewöhnlich der Grenze zwischen Granit und Glimmerschiefer, und in den letzteren setzen sie auch blofs als eisenschüssige Letten- und Schiefermassen fort. Unverkennbar lieferte hier der an Eisensilicaten so reiche Glimmerschiefer (S. 1443 ff.), welcher auch in der Nähe der Gänge etwas zersetzt ist, die Eisenerze. Die Zer-

*) Wir beziehen uns hierbei auf das was S. 1295 über das relative Verhältnifs zwischen Kieselsäure und Metallen in den Quellen bemerkt wurde.

**) N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1851. S. 8.

setzungsproducte dieser Erze finden sich aber in den Gängen gesondert: der Quarz bildet das erste, der Brauneisenstein das zweite Gangglied. Diese Sonderung erklärt sich leicht, wenn man beachtet, dafs die geringen Mengen Kohlensäure, welche die Gewässer mit sich führen, zuerst zur Zersetzung der Silicate verbraucht werden. Die dieser Kohlensäure beraubten Gewässer können das entstandene kohlensaure Eisenoxydul nicht auflösen; auf die ausgeschiedene Kieselsäure wirken sie aber ebenso auflösend, wie die kohlensäurehaltigen Gewässer. Sie führen daher die Kieselsäure fort und setzen sie in den Gangspalten ab. Ist die Zersetzung der Eisensilicate so weit vollendet, dafs dazu die Kohlensäure der Gewässer nicht mehr verbraucht wird: so wird das kohlensaure Eisenoxydul aufgelöst und in die Gangspalten geführt, wo es, je nachdem die atmosphärische Luft Zutritt hat oder nicht, als Eisenoxydhydrat oder als Eisenoxydulcarbonat abgesetzt wird. Diese Vorgänge erleiden aber manichfaltige Modificationen. Enthalten die Gewässer neben Kohlensäure Sauerstoffgas: so wirkt dieses, während der Zersetzung der Eisensilicate, oxydirend auf das Eisenoxydul derselben und kohlensaures Eisenoxydul kann sich gar nicht bilden. Enthalten sie dagegen organische Ueberreste: so werden umgekehrt vorhandene Eisenoxydsilicate zu Eisenoxydulsilicaten reducirt, und da durch diese Reduction Kohlensäure gebildet wird: so wird dadurch die Auflösung des Eisenoxydul befördert. Sind diefs die vorherrschenden Verhältnisse: so machen sie die Fälle begreiflich, wo, wie in der Formation X, Eisen- und Manganerze häufiger als Quarz das erste Gangglied bilden. Ist zwar die Ursache nicht wohl einzusehen, wefshalb die Auflösung und Fortführung der Kieselsäure ganz unterblieb, oder, in seltenen Fällen, erst auf die Auflösung des Eisenoxydul folgte: so kann doch die Thatsache nicht in Abrede gestellt werden; die Erklärung wird die Zukunft bringen.

In der Formation IV sind die Erze und namentlich die edleren Silbererze fast stets im Quarz fein eingesprengt und häufig so fein, dafs letzterer blofs grau gefärbt erscheint. Das Rothgültigerz kommt auch angeflogen oder in Drusenräumen krystallisirt, selten in ganz zarten Blättchen mitten in klaren, durchsichtigen Quarzkrystallen vor. Auch die Spathe

finden sich zum Theil in Drusenräumen. Diese Erze haben sich daher mit dem Quarze aus Gewässern abgesetzt und stammen höchst wahrscheinlich von denselben zersetzten Silicaten ab. Wie Absätze von Schwefelmetallen überhaupt zu denken sind, darauf wurde schon oben (S. 1905 ff.) gedeutet und ausführlicher wird davon weiter unten die Rede sein.

Da bei weitem in den meisten Gängen, in denen Quarz das erste Gangglied bildet, die Schwefelmetalle unmittelbar auf denselben folgen: so ist auch hier die Vorstellung eines gemeinschaftlichen Ursprungs zulässig; denn so wie die von zersetzten Eisensilicaten herrührenden Eisenerze später als die Kieselsäure zum Absatze kamen: so konnten auch die bei der Zersetzung von Silicaten ausgeschiedenen anderen metallischen Verbindungen später, als die Kieselsäure abgesetzt worden sein.

Da nur in seltenen Fällen die Erze unmittelbar auf dem Nebengesteine sitzen: so können die Bedingungen, unter welchen bei den Zersetzungsprocessen in demselben die Ausscheidung der metallischen Verbindungen zuerst statt gefunden hat, auch nur selten vorhanden gewesen sein. Hierüber aber auch nur Vermuthungen aufstellen zu wollen, möchte ein grofses Wagestück sein; denn in dieser Beziehung befinden wir uns noch ganz im ersten Stadium der Erkenntnifs.

In der Formation VI, deren Ganglieder in ihrer Folge manichfaltige Verknüpfungen zeigen, die uns vielleicht, wenn erst die Gemengtheile des Nebengesteins mit denen der Erzgänge einer sorgfältigen Vergleichung unterworfen worden sein werden, zur klaren Anschauung führen dürften, treten zuerst Carbonate auf. Wo diese die ersten Gangglieder sind, da kann die Zersetzung der Silicate im Nebengesteine durch Kohlensäure, d. i. die Bildung der Carbonate, mit der Ausscheidung der metallischen Verbindungen verknüpft gewesen sein. Auffallend erscheint es, dafs der Kalkspath, einer der leichtlöslichsten unter den Carbonaten, stets von jüngerer Bildung als die Erze ist. Beachtet man jedoch, dafs dieses Carbonat das wandelbarste ist, und dafs in dieser Formation pseudomorphische Processe nicht selten statt gefunden haben: so kann dieser Kalkspath sehr wohl zu den regenerirten Bildungen gehören.

Mit der angenommenen Verknüpfung der Bildung von Carbonaten mit der Ausscheidung metallischer Verbindungen ist in Uebereinstimmung, dafs, wenn auch selten, Carbonate, wie Rosenspath und Bitterspath, theils mit Bleiglanz, theils mit Blende, theils mit beiden zugleich gemengt vorkommen; denn wurden die Metalle, wie die Erden, als Carbonate ausgeschieden und gleichzeitig von den Gewässern fortgeführt und in den Gangspalten abgesetzt: so entstanden Gemenge aus erdigen und metallischen Carbonaten. Durch Umwandlung der letzteren in Schwefelmetalle bildeten sich dann jene Gemenge. Auch der oben (S. 1874) bemerkte häufige Wechsel des Eisenspath mit Blende und mit Bleiglanz ist nur ein aus gröfseren Parthien bestehendes Gemeng, bei dessen Bildung der Absatz des einen Gemengtheils unvermischt mit dem anderen mehr oder weniger lang anhielt.

Eine Gangstufe von 8 Zoll Breite, welche ich besitze, zeigt einen 7 Mal wiederholten Wechsel von Bleiglanz mit Kalkspath. Die Streifen oder Bänder dieser Ganglieder haben eine Mächtigkeit von 3 bis 6 Linien; keiner der Bleiglanz-Streifen ist aber ganz frei von Kalkspath. Theils durchzieht sie der letztere in Streifen von 1 bis $\frac{1}{10}$ Lin. Dicke, theils in unregelmäfsigen Parthien von verschiedener Gröfse, manchmal nur durch die Lupe erkennbar. Die dickeren Kalkspath-Streifen sind meist frei von Bleiglanz; manchmal jedoch von Streifen des letzteren bis zur Papierdicke herab durchzogen, oder mit gröfseren oder kleineren unregelmäfsigen Parthien desselben erfüllt. Fast überall sind die Kalkspath-Streifen da, wo sie die Bleiglanz-Streifen begrenzen, grau gefärbt, und diese Färbung verliert sich gegen das Innere der ersteren. Schmale Kalkspath-Streifen sind hingegen durch und durch grau gefärbt, und die dünnsten Bleiglanz-Streifen, welche hier und da unterbrochen sind, verlieren sich an diesen Stellen in eine graue Färbung des Kalkspath. Nur an einer Stelle zieht sich zwischen einem schmalen Bleiglanz- und einem dickeren Kalkspath-Streifen ein, eine Linie dicker Streifen von Kupferkies fast regelmäfsig durch die ganze Stufe; aber eingesprengt im Bleiganz in ganz kleinen Parthien ist er fast überall, auch im Kalkspath, jedoch in sehr geringen Mengen zu bemerken. Die sämmtlichen Bleiglanzstreifen sind

kaum zu zählen; jeden Falls ist ihre Zahl nicht unter 40. Der ganze Bildungsprocefs einer solchen Gangmasse kann nur so characterisirt werden, dafs manchmal der Absatz des einen Gangliedes eine Zeit lang unvermengt mit den beiden anderen anhielt, dafs aber der Uebergang, namentlich des Absatzes des Bleiglanzes in den des Kalkspath, ganz allmälig erfolgte, wie diefs die graue Färbung des letzteren so deutlich zeigt. Es sind Erscheinungen, wie sie sich bei den Absätzen aus dem Meere und aus den Flüssen auf gleiche Weise zeigen.

Noch jetzt scheinen einige Geologen der Ansicht, welche den metallischen Gangliedern einen anderen Ursprung als den erdigen zutheilt, zu huldigen. Sind beide durch scharfe Grenzen von einander abgesondert: so hält es sehr schwer zu begreifen, wie zwei von einander ganz unabhängige Processe, die Zuführung der erdigen Ganglieder aus dem Nebengesteine, und der metallischen aus der Tiefe, so streng abgemessene Perioden einhalten konnten. Gehen die erdigen und metallischen Ganglieder in einander über: so erscheint der verschiedenartige Ursprung beider leichter erklärbar; da aber das völlige Verschwinden des einen oder andern Gangliedes das völlige Verschwinden des einen oder anderen Zuführungsprocesses bedingen würde: so tritt auch dann noch die eben erwähnte Schwierigkeit des gegenseitigen Ausschliefsens zweier von einander unabhängiger Processe entgegen. Jene Ansicht, welche wenigstens für die metallischen Ganglieder den eruptiven Ursprung retten möchte, erscheint uns daher im völligen Widerspruche mit den Erscheinungen in den Erzgängen.

Wenn es auch nicht ohne alle Schwierigkeiten ist, die manchmal so scharfen Grenzen zwischen den verschiedenen Gangliedern aus Absätzen wässriger Solutionen zu begreifen: so können wir doch diese Verhältnisse an bekannte chemische Wirkungen knüpfen. Beim Auswaschen der Niederschläge geschieht es nicht selten, dafs die Flüssigkeit eine Zeit lang klar abfiltrit, später sich aber trübt, oder dafs anfangs nichts, später aber mehr oder weniger vom Niederschlage fortgeführt wird. Wir wissen, dafs diefs von einer Aenderung in der Beschaffenheit der Abwasche-Flüssigkeiten herrührt, indem

manchmal Wasser, welches Salztheile enthält, nicht auflösend auf den Niederschlag wirkt, wohl aber, wenn es frei davon ist. Es kann sich daher das Lösungsvermögen der, das Gebirgsgestein durchringenden Gewässer mit Aenderung ihrer Bestandtheile auf gleiche Weise wesentlich ändern, so dafs eine Zeit lang gewisse Substanzen aufgelöst werden, andere davon ungelöst bleiben, während zu einer anderen Zeit das Umgekehrte statt findet.

In Beziehung auf das Vorkommen von Flufsspath als Gangglied, wie namentlich in der Formation XII, ist zu bemerken, dafs Fluor eine in vielen Mineralien und selbst in Gewässern sehr verbreitete Substanz ist (Bd. I. S. 480 und 491 ff.), und dafs, wenn es nicht schon an Calcium, sondern an andere Metalle gebunden ist, einige der letzteren Verbindungen sich leicht in Flufsspath umwandeln können (Bd. I. S. 505). Ueberdiefs gehört dieses Mineral nicht zu den schwerlöslichsten Verbindungen; denn es fordert nur 26923 Th. reines Wasser zu seiner Lösung. In Mineralien sinkt das Fluor bis auf 0,16 Proc. herab; in Gebirgsgesteinen ist seine Menge gar nicht mehr bestimmbar. Vergleicht man damit den in Gängen manchmal in sehr bedeutenden Massen auftretenden Flufsspath: so überzeugt man sich, wie Minima im Gebirgsgesteine, Maxima in Gängen werden können. Sind in Mineralien, welche kaum bestimmbare Mengen Fluor enthalten, Metalle vorhanden, die nur kleine Bruchtheile von Fluor sind, und werden sie mit diesem in die Gänge geführt: so ist begreiflich, wie in denselben die Erze ebenfalls nur als kleine Bruchtheile von Flufsspath auftreten werden. Neben Fluor finden sich im Pyrochlor Uranoxyd, 1,6 Blei und 0,7 Zinn, im Aeschynit 0,5 Proc. Zinn. Fluorzinn ist leichtlöslich und Fluorblei etwas löslich im Wasser; es ist daher nicht unwahrscheinlich, dafs der, im Flufsspath dieser Formation in bedeutender Menge auftretende Bleiglanz als Fluorblei in diese Gänge geführt und darin zersetzt wurde.

Die Schwierigkeiten, sich die Einführung des so äusserst schwerlöslichen Barytspath in die Gangspalten zu denken, haben wir (Bd. I. S. 602 ff.) zu lösen versucht. Seitdem fand man in mehreren Mineralquellen kohlensauren Baryt: so Hunt in zwei kalten Mineralquellen von *Varennes*

0,12 und 0,23 in 10000 Th. Wasser *), Fresenius eine Spur davon im Kochbrunnen von *Wiesbaden* **). Letzterer bestätigte auch das schon von Struve angeführte Vorkommen von kohlensaurem Baryt im *Kränchen* und fand dieses Carbonat, so wie kohlensauren Strontian, auch in den anderen warmen Quellen von *Ems.* Beide Carbonate betragen zusammen 0,012 bis 0,04 Th. in 10000 Th. Wasser. Die Gegenwart dieser Carbonate wird auch durch das Vorkommen von Barytsalzen in den Absätzen dieser warmen Quellen in noch gröfserer Menge bestätigt. Da in denselben neben kohlensaurem Baryt schwefelsaures Natron vorhanden ist: so setzen sich diese Salze, nach S. 627, beim Abkühlen in schwefelsauren Baryt und kohlensaures Natron um. Das Opalisiren dieser, in verschlossenen Flaschen über Nacht aufbewahrten Wasser, welches durch Salzsäure nicht sogleich, sondern erst nach längerer Zeit verschwindet, scheint von dem, auf solche Weise gebildeten schwefelsauren Baryt herzurühren.

Als vor zwei Jahren zu *Carlsbad* für die Fundamente eines Gebäudes im Granit ausgegraben wurde, kam man auf heifse Quellen, welche aus Spalten hervorbrachen, und auf dem Granit einer dieser Spalten fand man lose aufsitzende Barytspathkrystalle. In einem dieser, durch die Gefälligkeit des Apotheker Göttl in *Carlsbad* erhaltenen Krystalle fand ich keinen Strontian; demselben gelang es aber, in einer grofsen Menge von dem Niederschlage, der sich bei Darstellung des *Carlsbader* Salzes absetzt, kohlensauren Baryt und kohlensauren Strontian nachzuweisen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs sich jener Barytspath durch gegenseitige Zersetzung von kohlensaurem Baryt und schwefelsaurem Natron aus jenen aufsteigenden Quellwassern, welche, da sie nicht abflossen, stagniren mufsten, während des Abkühlens abgesetzt habe.

Ohne Zweifel wird man kohlensauren Baryt noch in mehreren und auch in kalten Quellen auffinden, wenn darauf die Aufmerksamkeit gerichtet wird. Die Gegenwart dieses Barytsalzes in Gewässern genügt, eine wahrscheinliche Er-

*) Silliman Americ. Journ. (2) T. XI. p. 174.

**) Annal. der Chemie Bd. LXXXII. S. 249.

klärung von dem Absatze des schwefelsauren Baryt in Gängen zu geben. Haben nämlich in denselben Gewässer kohlensauren Baryt abgesetzt, und enthielten später herabsickernde Gewässer schwefelsaure Alkalien oder schwefelsauren Kalk: so wurden der kohlensaure Baryt in schwefelsauren Baryt umgewandelt (S. 618 ff.) und die entstandenen löslicheren Carbonate fortgeführt. Enthielten, wie gewifs in den meisten Fällen, die Gewässer neben kohlensaurem Baryt kohlensauren Kalk: so kamen beide Carbonate gleichzeitig zum Absatze und bildeten Barytocalcit *).

In den Gängen der Formation XII bei *Freiberg* findet sich der Quarz in gröfseren oder kleineren, eckigen oder unregelmäfsig begrenzten, mit dem Barytspath innig verwachsenen Parthien. Bournonit, Kupferkies, Eisenkies, Antimonglanz und Rothgültigerz sind theils im Quarz, theils im Barytspath eingesprengt, und defshalb gleichzeitige Absätze mit den letzteren. Sollte der Barytspath als Schwefelbaryum abgesetzt worden sein: so würde auf dessen Kosten die Bildung jener Schwefelmetalle aus oxydirten Verbindungen zu begreifen sein. In und auf dem Barytspath kommt aber auch gediegenes Arsenik vor. Der Kalkspath in den Gängen dieser Formation ist stets das jüngste Gebilde, und die edlen Silbererze erscheinen gewöhnlich in seiner Gesellschaft. Einer der Gänge von *Freiberg*, der *Drei-Prinzen-Spath*, zeigt oft eine ausgezeichnet bandförmige Anordnung seiner Gemengtheile, indem Streifen von Quarz, Flufsspath, krummschaligem Barytspath, und meist feine Zonen von Strahlkies oder Le-

*) In Beziehung auf die Zusammensetzung des Barytocalcit herrscht noch viel Unklares. Nach Children und Thomson besteht der englische aus kohlensaurem Baryt und kohlensaurem Kalk; ein anderer von letzterem Chemiker analysirter Barytocalcit besteht dagegen aus schwefelsaurem Baryt und schwefelsaurem Kalk. Der auf den *Sächsischen* Erzgängen vorkommende krummschalige Schwerspath Werner's, welcher nach Breithaupt mit dem Barytspath oder als dessen Vertreter auftritt, soll nach Naumann (Elemente d. Mineralogie Aufl. III. S. 244) aus schwefelsaurem Baryt und schwefelsaurem Kalk bestehen. Ist diefs durch eine Analyse nachgewiesen? — wo nicht, so ist eine solche sehr wünschenswerth.

berkies vielfach mit einander wechseln und sich wiederholen. Ein anderer, der *Ludwig-Spath*, ist zuweilen bloſs mit zersetztem Gneiſs und Letten erfüllt. Das Nebengestein jenes Ganges ist gewöhnlich bis zu ziemlicher Entfernung gebleicht und zersetzt.

Bemerkenswerth sind die Gänge der Formation IX in der Gegend von *Mobendorf* im *Erzgebirg*, weil sie als unregelmäſsige Trümmer oder als ein Netz von ganz unregelmäſsigen, bald dickeren, bald gänzlich verschwindenden Adern, Linsen oder Nestern im Gneiſs erscheinen, welche oft in gar keinem Zusammenhange mit einander stehen, und selten über 2 Zoll mächtig sind. Sie enthalten gröſstentheils Antimonglanz, bisweilen mit anderen Spieſsglanzerzen, Berthierit, Bournonit u. s. w im Gemenge. Bisweilen findet man auch mitten im Gneiſs kleine Nester oder einen Anflug von Antimonglanz, ohne daſs in der Nähe irgend ein Gangtrumm zu beobachten ist *). Sie müssen daher auch für diejenigen Geognosten, welche über die Zuführung der Erze aus der Tiefe nicht hinweg kommen können, Secretionen aus dem Nebengesteine sein **).

Y. Beziehungen zwischen den Erzgängen und dem Nebengesteine.

Was wir hierüber wissen, verdanken wir fast einzig und allein den Männern, die durch ihren Beruf fast täglich in die Gruben geführt werden. Zeit und Raum gestatten nicht, die darauf bezüglichen Beobachtungen früherer ausgezeichneter Forscher im Einzelnen zu verfolgen. Beschränken wir uns vorzugsweise auf die Mittheilungen späterer Beobachter: so können wir nicht die Ansicht haben, alle wissenschaftliche Kenntniſs von den Erzgängen sei das Resultat der Forschungen der neuern Zeit. Männer, wie Werner, Freiesle-

*) H. Müller a. u. a. O.

**) Ein vor 28 Jahren qualitativ geprüfter Dolomit aus der Gegend von *Freien-Dietz* schien Spuren von Antimon zu enthalten (meine vulkanischen Mineralquellen S. 133). Vergebens habe ich mich seither bemüht, von diesem Dolomit eine gröſsere Menge zu einer genaueren Untersuchung zu erhalten.

ben, v. Charpentier, J. Chr. L. Schmidt u.s.w. haben sich durch ihre Untersuchungen so unvergängliche Verdienste hierüber erworben, daſs schwerlich jemals der Versuch gemacht werden wird, sie schmälern zu wollen.

In den letzten Jahren haben mehrere ausgezeichnete Geologen die Bildung der Erze zu erklären versucht. Daubrée *) ist der Ansicht, daſs Zinnstein, Titansäure, Eisenglanz und zum Theil auch Quarz ihren Ursprung einer Zersetzung von Fluorüren und Chlorüren durch Wasserdämpfe verdanken, und daſs es daher in früheren Perioden Fluſssäure führende Fumarolen gegeben habe. Wir können deſshalb nur Bezug auf das nehmen, was wir Bd. I. S. 525 ff. gegen solche Exhalationen eingewendet haben. Elie de Beaumont**) suchte die Gangbildungen theils aus vulkanischen und metallischen Emanationen, theils aus Mineralquellen zu erklären. H. von Dechen***) zog in Betrachtung das eigenthümliche Zusammenvorkommen einer groſsen Menge von Mineralien auf Erzgängen, das Verhalten gewisser dieser Mineralien gegen einander, welche beinahe unzertrennlich erscheinen, ihr Verhältniſs zu den Stoffen, die in den Exhalationen der Vulkane bekannt sind und zu denjenigen, welche die Mineralquellen an die Oberfläche bringen. Die groſse Ausdehnung, welche dieses Kapitel erlangt hat, erlaubt nicht, auf diese beiden mit groſsem Scharfsinn und trefflicher Combinations-Gabe verfaſsten Abhandlungen näher einzugehen. Mit wenigen Worten berühren wir neuere Arbeiten von Gruner†), Delanoue††) und Thirria†††) über Erzbildungen. Es

*) Compt. rend. T. XXIX. P. 227.

**) Bullet. géol. (2) T. IV. P. 1249.

***) Verhandl. d. naturhist. Vereines d. pr. Rheinlande etc. Jahrg. VII. S. 161 ff.

†) Ueber die Bildungsweise der Manganerze in den Pyrenäen und über den Einfluſs der Mineralquellen auf deren Bildung. Das Metall führende Gebiet von Nontron und Thiviers.

††) Ueber die Bildung der Zink-, Blei-, Eisen- und Manganerze auf unregelmäſsigen Lagerstätten.

†††) Ueber die Analogieen in der Bildungsweise der Bohnerz-Ablagerungen u. s. w. Diese drei Abhandlungen aus den Ann. des mines im Archiv f. Mineral. u. s. w. Bd. XXV. S. 510 ff.

ist stets erfreulich zu sehen, wenn einfache Naturverhältnisse mit ungeblendeten Augen wahrgenommen werden; es würde sogar einiges Aufsehen erregen, wenn die genannten Geognosten zuerst erkannt hätten, dafs sich nirgends Erscheinungen zeigen, die auf einen feurigen Ursprung oder auf eine Injection der Erze deuten, sondern dafs alle Verhältnisse auf einen Absatz derselben aus Quellen schliefsen lassen. Sollten sie aber wirklich so ganz unbekannt mit der deutschen Literatur sein, dafs sie glauben könnten, sich zuerst über vage Ansichten erhoben zu haben, oder sollten sie nur bei ihren Landsleuten eine solche Unkenntnifs voraussetzen, und vergessen, dafs die französische Literatur den deutschen Naturforschern nicht unzugänglich ist? — Manches von dem Neuen in vorliegenden Abhandlungen wollen wir nicht berühren, da es schwer werden dürfte, es zu constatiren.

Durocher*) und Sénarmonts**) künstliche Darstellungen verschiedener Erze, zum Theil im krystallisirten und den natürlichen Erzen sehr ähnlichen Zustande sind sehr interessant, aber mehr in chemischer, als in geologischer Beziehung; denn die von ihnen eingeschlagenen Wege sind nicht von der Art, dafs man solche Bildungsarten im Mineralreiche vermuthen könnte. Durch Vergleichung der von Durocher auf trocknem Wege erhaltenen Schwefelmetalle mit denen, welche Sénarmont auf nassem Wege erhalten hatte, kommt Ersterer zum Schlusse, dafs die Natur oft auf verschiedenen Wegen dasselbe Product darstellen kann. Da er in Temperaturen, welche bis zur dunklen Rothglühhitze stiegen, aus metallischen Chlorüren durch Schwefelwasserstoffgas krystallisirte Schwefelmetalle erhielt, und diese Substanzen auch manchmal in den Exhalationen der Vulkane vorkommen: so ist gegen eine solche Bildungsart von Schwefelmetallen in Kratern nichts zu erinnern; solche Bedingungen sind aber in Erzgängen nicht zu denken.

Im Folgenden nehmen wir blofs Bezug auf das wirklich Beobachtete und vermeiden die Polemik so viel wie möglich.

*) Compt. rend. T. XXVIII. p. 607 und T. XXXII. p. 823.

**) Ann. de chim. et de phys. (3) T. XXX. p. 129 und T. XXXII. p. 129.

Es kann zu nichts führen, die Ansichten früherer Forscher, denen jede chemische Basis fehlte, oder späterer Forscher, die eine solche verschmähen, einer Kritik unterwerfen zu wollen. Jene längst dahin geschiedenen Forscher können nicht mehr bekehrt werden; diese kann nur die Zeit bekehren.

Die Beziehungen zwischen den Gangarten und den verschiedenen Teufen der Erzgänge, dem Nebengesteine und der Beschaffenheit desselben, so wie die Verhältnisse der Erzgänge zu einander, sind weder früheren noch späteren Beobachtern entgangen. Sie beweisen unwiderleglich, dafs alle Gangarten vom Nebengesteine abstammen (Bd. II. S. 971).

Werner glaubte als Regel gefunden zu haben, dafs die inneren oder jüngeren Gangglieder wesentlich nur in oberen Teufen ausgebildet auftreten, niederwärts aber immer mehr sich auskeilen und daher mit zunehmender Teufe allmälig nur mehr die äusseren und endlich blofs noch die äussersten oder ältesten Ganglagen übrig bleiben. In manchen Gängen zeigt sich diefs wirklich, in anderen wenigstens eine unvollkommene Tendenz dazu *); v. Weissenbach **) fand aber auch das Gegentheil. So kommt auf vielen Gängen bei *Freiberg* ein Baryt- und Flufsspath-Trum in unteren, nicht aber in oberen Teufen vor; auf manchen Bleierzgängen kommen Glieder von Braun-, Eisen- und Kalkspath u. s. w. in unteren, nicht aber in oberen Teufen vor.

In den Gängen bei *Freiberg*, welche bis zu bedeutenden Tiefen aufgeschlossen sind, zeigt sich mit zunehmender Teufe eine Verschiedenheit des Gehaltes an Erzen: theils nehmen sie zu, wie in einigen Gängen der edlen Quarzformation, theils nehmen sie ab, wie in einem der Barytspath-Formation zugehörigen Gange ***). Die Eisenerzgänge bei *Eibenstock* waren gewöhnlich in der Nähe der Oberfläche am reichsten und nahmen ab an Erzen mit zunehmender Teufe †). Je wei-

*) Kühn Handbuch der Geognosie Bd. II. §. 697.

**) Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse S. 37.

***) H. Müller die Erzlagerstätten nördlich und nordwestlich von *Freiberg* in Cotta's Gangstudien Bd. I. S. 101 ff.: eine an Thatsachen sehr reiche Abhandlung.

†) Oppe a. a. O. S. 191.

ter man in *Chile* in die Tiefe geht, die Gangart sei, wie sie wolle, desto mehr nimmt, nach allen Erfahrungen, der Gold-Reichthum ab (Domeyko S. 2053).

Das Folgende sind die Resultate aus H. Müller's Abhandlung:

1) Keinem Bergmanne, der seine Aufmerksamkeit nicht blofs den Gängen, sondern auch dem Nebengesteine zugewendet hatte, konnte der mehr oder weniger zersetzte Zustand des letzteren in der Nähe der ersteren entgehen. Der Erzreichthum in der Nähe der Gänge bei *Freiberg* ist mit einem mehr oder weniger kaolinartigen Zustande des Gneifses verknüpft. Die Zersetzung durchläuft verschiedene Grade, je nach dieser Nähe und nach dem Vorwalten des einen oder andern Gemengtheils im Nebengesteine. Der Glimmer wird hellgrünlich bis silberweifs und nicht selten chloritartig, der Feldspath verwandelt sich in weifses Kaolin. In der edlen Quarzformation ist der Gneifs mehr oder weniger vom Gange entfernt mit Bleiglanz und vorzugsweise mit Eisenkies gänzlich imprägnirt, dagegen der Feldspath des Gesteins kaolinisirt. Diese Erze finden sich auch in Gängen da am häufigsten, wo das Nebengestein zersetzt und kaolinisirt ist. An einer Stelle zeigt sich eine scharfe Grenze zwischen dem, mit Bleiglanz und mit dem schon erwähnten Arsenikkies imprägnirten Gneifs (S. 1912). Gediegenes Silber fand sich als dünner Anflug häufig im zersetzten Nebengesteine (Gneifs). Bisweilen sind die Lettenbestege sehr silberreich und mit haarförmigem gediegenem Silber durchwachsen. An einer Stelle finden sich Kupferkies und Buntkupfererz im Gneifs, während beide Erze in der Ausfüllungsmasse der Gangtrümmer gänzlich fehlen *).

Auch an anderen Orten zeigt sich das Nebengestein in der Nähe der Erzgänge meist sehr zersetzt. So ist z. B. der Gneifs und Granit im *Kinzigthal* in der Nähe der Erzgänge **),

*) W. Vogelgesang die Erzlagerstätten südlich und südöstlich bei *Freiberg* in Cotta's Gangstudien Bd. II. S. 19 ff.

**) G. Leonhard geognost. Skizze des Grofsherz. Baden S. 9 und 18.

der Granit in *Spanien* in der Nähe von Zinnerzgängen zersetzt *).

2) Ein eigenthümliches, aus einem ganz innigen Gemenge von Feldspath und Quarz bestehendes Gestein bei *Bräunsdorf* erscheint von sehr günstigem Einflusse auf die Erzführung seiner Gänge; denn die grofsartigsten und reichsten Abbaue ziehen sich unmittelbar zwischen oder neben diesem Gesteine bis zu grofser Erstreckung hin. Mit dem seltneren Auftreten und dem gänzlichen Verschwinden dieses Gesteins in tieferen Teufen werden auch die Gänge immer ärmer an Erzen.

3) Im reinen Glimmerschiefer verschlechtern sich auffallend sämmtliche Erzgänge, sowohl in quantitativer als qualitativer Hinsicht. Diefs zeigen alle Gänge der Umgegend von *Bräunsdorf*, welche aus dem sogenannten schwarzen Gebirge, welches aus Lagern eines schwarzen Graphitschiefers, eines kohlenstoffreichen, alaunschieferartigen Hornsteins und eines sehr quarzigen Glimmerschiefers zusammengesetzt ist, in den reinen weifsen Glimmerschiefer übersetzen. Während sie im schwarzen Gebirge eine Mächtigkeit von 1 bis 10,5 F. besitzen, und gewöhnlich Quarz, Eisenkies und bisweilen viel silberhaltigen Arsenikkies mit Rothgültigerz u. s. w. enthalten, nehmen sie, sobald sie in den weifsen Glimmerschiefer übergehen, allmälig an Mächtigkeit ab, indem sie nicht selten zu schmalen Klüften zusammenschrumpfen und die Gang- und Erzarten gänzlich verlieren, an deren Stelle zersetztes Nebengestein und weifser Letten, selten mit etwas weifsem, taubem Quarz, treten. An einer Stelle hingegen, wo der Gang aus graphitischem und quarzigem Schiefer gröfstentheils in den reinen, hier aber mit Granatkörnern erfüllten Glimmerschiefer übergeht, zerspaltet er sich in 2 bis 3 noch mit edlen Erzen erfüllte Trümmer. Weiter davon entfernt, wo der Glimmerschiefer weniger reich an Granaten, aber weifser und viel milder ist, als vorher, verfolgt man nur noch 3 taube schmale Lettenklüfte. An einer anderen Stelle bei *Bräunsdorf* fand sich in einem Lager körnigen Kalks eine Kluft, welche, so weit sie den Glimmmerschiefer durchsetzte,

*) W. Schulz und A. Paillete im n. Jahrb. f. Min. 1850. S. 710.

leer, aber innerhalb jenes Lagers mit Rothgültigerz erfüllt war*). Auch beim Uebergange der Erzgänge aus dem Gneifs oder Quarzschiefer in den reinen Glimmerschiefer werden sie regelmäfsig schmäler und verdrücken sich nach kurzem Verlaufe gänzlich, wobei die Gang- und Erzarten schnell verschwinden und durch Letten oder durch ganz zersetzte Bruchstücke von Glimmerschiefer ersetzt werden. So nimmt ein im Gneifs 1,4 bis 5,3 F. mächtiger, mit krummschaligem Barytspath erfüllter Gang, sobald er in den reinen Glimmerschiefer tritt, in einer Entfernung von 7 bis 14 F. bis zu 2 und 3 Zoll Mächtigkeit ab; der Barytspath keilt sich in Trümmern aus und wird endlich durch Letten ersetzt. Selbst da, wo sich im Glimmerschiefer nur wenig mächtige Gneifslager befinden, wird der Gang auf kurze Strecken wieder mächtiger und führt wieder Barytspath. Wo umgekehrt Gänge nur 3,5 bis 35 Fufs mächtige Glimmerschiefer-Zonen in schiefer Richtung durchsetzen, verschlechtern sie sich auffallend; Quarz, Mangan- und Braunspath kommen zwar zuweilen noch vor, von den Erzen aber nur Eisenkies und Blende, Bleiglanz sehr selten und edle Erze gar nicht. Auch hier zertheilen sich die Gänge in mehrere schmale Lettentrümmer. Gangkreuze endlich, welche im Quarzfels und Quarzschiefer, in quarzigem und granulitartigem Gneifs und Grünstein erzführend sind, werden, so bald sie in Glimmerschiefer gelangen, ganz erzleer und erfüllen sich mit Letten. An einer Stelle ist das Gangkreuz mit dem Liegenden zweier Trümmer im Glimmerschiefer unedel, das im Gneifs gelegene Kreuz mit dem hangenden Trumm dagegen erzführend. Ein ähnliches Verhalten, wie die Gänge bei *Freiberg*, zeigen auch die Goldgänge im *Rathhausberg*. Sie sind, wenn sie aus dem Gneifs in ein zusammenhängendes Glimmerschiefergebiet übergehen, stets ärmer und oft ganz erzleer **).

4) In der Nähe der Gänge zeigt sich auch der reine Glimmerschiefer meist in einen ganz weichen, leicht zerfallenden, fettig anzufühlenden, weissen Talkschiefer umgewandelt.

5) Im Thonschiefer bei *Freiberg* scheinen die Gänge un-

*) Freiesleben Magazin H. XIV. S. 65.

**) Cotta geolog. Briefe aus den Alpen 1850. S. 144. ff.

edel zu sein, und ebenso in der Grauwacke, mit Ausnahme des Kieselschiefers.

6) Die Erzgänge von *Siebenlehn* verschlechtern sich auffallend, wenn sie aus Grünstein, der dort nicht nur die meisten, sondern auch die reichsten Erzgänge einschliefst, in reinen Serpentin übergehen. Während sie im frischen Gabbro 4 bis 50 Zoll mächtig und compact sind, in der Regel Quarz und Eisenkies, zuweilen fein eingesprengten Bleiglanz und Blende und an einzelnen Puncten edle Erze enthalten, nehmen sie im reinen Serpentin bedeutend an Mächtigkeit ab und zertheilen sich in schmale Trümmer oder Klüfte; endlich verschwinden sie gänzlich in dem vielfach zerklüfteten Gesteine. An die Stelle der Gang- und Erzarten tritt ein grünlichgrauer Letten, welcher zuletzt gleichfalls verschwindet, und es bleiben nur noch taube Klüfte übrig.

7) Auch die im Hornblendegestein oder Hornblende reichen Gneifs aufsetzenden Gänge sind vorzüglich erzreich. So wie sie aber aus dem Hornblendeschiefer oder Granulitgneifs in glimmerreichen Gneifs oder Glimmerschiefer übergehen, werden sie merklich ärmer *).

8) Zu denselben Resultaten der gesetzmäfsigen Abhängigkeit einer günstigen Entwickelung der Gänge von der Natur der durchsetzten Gebirgsmassen gelangt man, wenn man das Verhalten ganzer Ganggruppen mit der geognostischen Zusammensetzung ihrer Umgegend vergleicht. So finden sich, unter anderen Beispielen, längs des linken Abhanges des *Muldenthal* von der *Beyermühle* bis nach *Nossen*, auf welchem anfangs Grünstein und hierauf gneifsartige Gesteine hervortreten, viele Grubenbaue, während diese auf dem rechten Abhange mit dem Auftreten des Thonschiefers gänzlich ver-

*) Dagegen verunedeln sich die Gänge in der *Kuttenberger* Gegend, wo sie aus gewöhnlichem Gneifs in Hornblende haltigen übergehen, höchst auffallend. Ihre Mächtigkeit vermindert sich, Bleiglanz und Silbererze verschwinden; sie enthalten höchstens noch Eisenkies und Blende. A. Grimm im Jahrb. f. den Berg- und Hüttenmann des östreichischen Kaiserstaats 1849. Ein sehr ähnliches Verhalten der *Kongsberger* Silbererzgänge beschrieb Hausmann in s. Reise durch Skandinavien IV. S. 263 u. s. w.

schwinden. Uebrigens ist der Erzgehalt der Gänge in verschiedenen Gesteinen nicht im absoluten Sinne zu nehmen; denn Gänge zeigen sich in demselben Gesteine hier noch erzführend, an einer anderen, weit davon abliegenden Stelle, dagegen erzleer. Endlich sind manche Gänge auf bedeutenden Längen und Tiefen vorzüglich edel und reich, während andere, unter übrigens gleichen Verhältnissen, nur auf einzelnen, weniger ausgedehnten Puncten und in weit geringerem Maafse erzführend sind. Wieder andere Gänge sind für sich gänzlich taub, haben aber zur Veredlung anderer, von ihnen durchsetzter Gänge wesentlich beigetragen, und führen dann oft selbst in der Nähe dieser Gänge etwas Erz.

9) Nach Daub *) vermindert sich der hohe Silbergehalt in den, im Granit und Gneifs aufsetzenden Erzgängen des *Münsterthal* bei *Staufen*, wenn man ihn mit dem der gleichen Erze in der Grauwacke, dem Thonschiefer, Kohlensandstein, bunten Sandstein, Muschelkalk, Jurakalk u. s. w. vergleicht, immer mehr, mithin um so mehr, je jünger das Nebengestein ist.

10) Wo sich zwei oder mehrere Trümmer in einem einzigen Gange vereinigen (anschaaren), oder wo sich umgekehrt ein Gang in mehrere Trümmer zertheilt, da zeigt sich eine Zunahme oder Abnahme im Erzgehalte **). Müller ***) führte viele Erscheinungen dieser Art in den von ihm beschriebenen Gängen bei *Freiberg* an, Oppe †) beschränkte sich auf die Eisenerz-Gänge in der *Eibenstocker* Granitparthie. Bei den letzteren ist die Veredlung gewöhnlich und bis auf ganz schmale Klüfte herab constant, und sie zeigt sich auch bei den Manganerz-Gängen.

11) Ein sehr wichtiger Einflufs auf Veredlung oder Verunedlung zeigt sich auch da, wo sich verschiedene Gänge kreuzen und schleppen. Auf diesen Kreuzen finden sich sehr häufig nicht nur die meisten, sondern auch die reichsten

*) A. a. O. S. 16.

**) Freiesleben Magazin für die Oryktographie von Sachsen, H. XIV. §. 35.

***) A. a. O.

†) A. a. O.

Erze concentrirt*); ebenso häufig zeigt sich aber auch kein Einflufs und sogar, wenn auch sehr selten, eine Verunedlung. Besonders reich und edel scheinen die sehr spitzwinkligen Kreuze zu sein. Im Allgemeinen bemerkt man die Veredlung auf Gangkreuzen nur innerhalb der durch das Nebengestein bedingten Erzregionen, und in der Regel um so mehr, je reicher die Gänge schon vorher waren. Auf den Kreuzen der *Przibamer* Erzgänge in *Böhmen* zeigt sich fast nie ein besonders grofser Einflufs auf die Beschaffenheit der Gangarten**).

Die in 1 bis 9 angeführten Thatsachen zeigen so ganz entschieden den Einflufs des Nebengesteins auf die Ausfüllung der Gänge, dafs in der That nicht zu begreifen ist, wie man diese nahe liegende Ursache je verkennen und dagegen eine fern liegende in grofsen Tiefen suchen konnte. Der Fortführung von Bestandtheilen aus einem Gesteine geht stets die Zersetzung desselben voran; je mehr diese Zersetzung fortschreitet, desto mehr wird jene Fortführung erleichtert. Wo Quarz in den Gängen vorhanden ist, da ist das Nebengestein kaolinisirt; dort finden wir also, was hier fehlt. Finden wir um so mehr Erze in den Gängen, je mehr das Nebengestein zersetzt ist, welche andere Beziehung zwischen beiden Erscheinungen kann gedacht werden, als dafs jener Erzreichthum eine Folge dieser Zersetzung ist? — Man schlofs gerade umgekehrt aus irgend einer Veränderung des Nebengesteins in der Nähe der Gänge auf eine Einwirkung der Gangmassen auf dasselbe. Wie ungereimt ist es aber, Zersetzung und Verkieselung des Nebengesteins, zwei ganz entgegengesetzte Wirkungen, derselben Ursache, dem Aufsteigen feuerflüssiger Massen oder der Sublimation derselben, zuschreiben zu wollen! Durch Hitze kann der Feldspath ebenso wenig kaolinisirt, als das Gestein verkieselt werden: jene Umwandlung fordert Wasser, welches nie im Kaolin fehlt, diese fordert Kieselsäure in wässriger Lösung; denn die beliebten Kieselsäure-Dämpfe würden, wenn sie je in den Gängen exi-

*) In *Merionethshire* finden sich die Golderze vorzüglich auf Gangkreuzen. Dean im l'Institut 1845. No. 588.

**) Vogelgesang in Cotta's Gangstudien Bd. I. S. 327.

stirt hätten, das Nebengestein kaum 1 Linie dick glasirt und ein weiteres Eindringen unmöglich gemacht haben.

Doch da, wo man nicht speculirend, sondern beobachtend die Verhältnisse verfolgte, kam man zur besseren Einsicht. In den Gruben des *Münsterthales* fand Daub*) den Gneifs in der Nähe des Porphyrs stets unverändert; zeigte er sich aber zersetzt: so war diefs, wie er bemerkt, keineswegs der Einwirkung des Porphyr, sondern lediglich den Gewässern zuzuschreiben, welche auf der scharfen Ablösung zwischen beiden Gesteinen hinabgeflossen waren, und zersetzend auf das unterliegende gewirkt hatten. Auf dieser Grenze fanden sich auch viele Wasser, während die hangende Ablösung trocken und der darüber liegende Gneifs ganz unverändert war. Gewöhnlich fanden sich an diesen Grenzen im Porphyr Blende, Bleiglanz und Eisenkies fein und nicht häufig eingesprengt; auch auf Ablösungen und sehr schwachen Trümmern kamen diese Erze vor.

Von besonderem Interesse ist der sehr günstige Einflufs des S. 2111 angeführten Gesteins auf die Erzführung seiner Gänge; denn der Metallgehalt ist nicht im Quarz, sondern im Feldspath zu suchen. Combinirt man damit die Verknüpfung des mehr oder weniger kaolinartigen Zustandes des Nebengesteins mit dem Erzreichthum der Gänge: so steigt die Wahrscheinlichkeit, dafs der Feldspath in den meisten Fällen der eigentliche Erzträger war.

Da die Gänge nicht blofs an Erzen, sondern auch an Mächtigkeit häufig abnehmen, wenn sie aus einer Gebirgsart in eine andere übergehen: so zeigt diefs, dafs nicht blofs die Bestandtheile des Nebengesteins, sondern auch seine mechanische Beschaffenheit Einflufs auf die Gangbildung hatten. Ob sich gröfsere oder kleinere Spalten bilden, hängt von der Structur des Gesteins ab. Je mehr es zerklüftet und abgesondert ist, wie z. B. der Serpentin, desto weniger können sich in ihm gröfsere Spalten bilden. Beachtet man, dafs der Absatz der nicht metallischen Gangglieder meist dem der Erze vorher geht: so ist klar, dafs enge Spalten mit jenen ganz erfüllt werden konnten, ehe diese zum Absatze kamen. Daher fin-

*) A. a. O. S. 13.

den sich z. B. im Thonschiefer enge Spalten so häufig ganz mit Quarz erfüllt, während weite Spalten in ihrer Nähe erzführend sind. Wenn folglich beim Uebergange aus einer Gebirgsart in eine andere mit den Erzen auch die Mächtigkeit der Gänge abnimmt: so kann man nicht immer auf einen Mangel an metallischen Bestandtheilen schliefsen.

Die Erscheinung, dafs mit dem Auftreten gewisser Mineralien im Nebengesteine der Metallgehalt in den Gängen zunimmt, kann sehr verschiedene Ursachen haben.

Waren metallische Verbindungen im Nebengesteine ursprünglich vorhanden: so gingen sie bei der Bildung solcher Mineralien entweder in ihre Mischung ein oder nicht. Im ersteren Falle concentrirten sie sich in diesen Mineralien und wurden während der Zersetzung derselben ausgeschieden; im anderen Falle blieben sie in der Grundmasse gleichfalls mehr concentrirt, als vor der Bildung dieser Mineralien zurück. Beide Fälle erleichterten ihre Extraction durch Gewässer und ihre Fortführung in die Gänge. Die Concentration des Eisens zeigt sich bei der Bildung stark eisenhaltiger Mineralien (Kalk-Eisenoxydul-Augite, Magnesia-Eisenoxydul-Hornblenden u. s. w.); werden solche Mineralien zersetzt: so liefern sie reiches Material für die Eisenerzgänge. Ist nicht eine ähnliche Concentration anderer Metalle in Mineralien zu vermuthen? — Freilich kann sie sich nicht in dem Grade, wie beim Eisen zeigen, da kein anderes Metall in solchen grofsen Mengen, wie dieses, im Mineralreiche auftritt; aber es genügt schon, wenn etwa Hunderttausendel eines Metalls, in einem Gesteine zerstreut, durch Eingehen in die Mischung eines Minerals bis auf Tausendel concentrirt werden.

Der Absatz der Zinnerze in den Gängen scheint durch die Gegenwart von Turmalin im Nebengesteine besonders begünstigt worden zu sein (S. 2024). Die Analysen machen es nicht wahrscheinlich, dafs dieses Mineral der Sammler des Zinnerzes war; denn man hat davon bis jetzt keine Spur in ihm gefunden. Der umgekehrte Fall, dafs durch seine Bildung das im Gesteine zerstreute Zinnerz in der Grundmasse concentrirt wurde, fand aber statt; denn da nach Klaproth und C. Gmelin der Turmalin von *Eibenstock* zu den eisenreichsten (21 bis 24 Eisenoxyduloxyd) gehört: so hatte er

dem Gesteine seinen Eisengehalt gröfstentheils entzogen, und dadurch die Menge des Zinnerzes relativ vermehrt. Bildete sich dagegen kein Turmalin: so nahmen die Gewässer aus dem Gesteine bei weitem mehr Eisenoxyd als Zinnerz oder gar nichts von letzterem auf, wenn das Lösungsmittel desselben, die kohlensauren Alkalien (S. 2034), in ihnen nicht vorhanden waren, und die Gänge wurden dann mit Eisenerzen erfüllt. In der That finden auch eigenthümliche Verhältnisse zwischen Zinn- und Eisenerz-Gängen statt, wie diefs von Freiesleben und Oppe *) nachgewiesen wurde. In der Nähe der Kreuze zwischen Zinn- und Eisenerz-Gängen sind beiderlei Gänge gröfstentheils arm; auf der andern Seite werden Zinnerzgänge an ihren reicheren Stellen von Eisenstein-Klüften durchsetzt. Es scheint, dafs sich beide Erze in ihrem Absatze theils gegenseitig gestört, theils sich von einander gesondert haben.

Wie der Turmalin auf den Absatz der Zinnerze, so scheint auch der Granat auf den Absatz anderer Erze dadurch günstig gewirkt zu haben, dafs durch seine Bildung das Eisenoxyduloxyd aus dem Gesteine abgesondert, und dadurch andere metallische Verbindungen in der Grundmasse concentrirt wurden. Die Granaten im Glimmerschiefer gehören zu den eisenreichsten (S. 1455); sie haben ihm daher das Eisenoxyduloxyd gröfstentheils entzogen, und dadurch die Concentration anderer metallischer Verbindungen in der Grundmasse herbeigeführt (S. 2111). Auf ähnliche Weise mag die Hornblende (S. 2113) günstig auf den Absatz der Erze gewirkt haben. Freilich zeigte sich in dem von Grimm angeführten Falle das Gegentheil, vielleicht aber nur in Folge der Verminderung der Mächtigkeit der Gänge.

Wir haben die Aufmerksamkeit auf diese Verhältnisse, welche den Erzreichthum in den Gängen zu bedingen scheinen, gerichtet. Wird eine auf Combination von Erscheinungen gegründete Ansicht aufgestellt: so hält es nicht schwer, sie durch darauf gerichtete Beobachtungen und Untersuchungen zu bestätigen oder zu widerlegen.

*) A. a. O. S. 190.

Zur Erklärung des Einflusses des Anschaarens und Kreuzens der Gänge auf die Zunahme oder Abnahme des Erzgehaltes ist erforderlich, zunächst auf die pseudomorphischen Processe in den Ganggliedern Rücksicht zu nehmen. Breithaupt's Beobachtungen (Bd. I. S. 223) zeigen, welche grofsartigen Verdrängungs-Pseudomorphosen auf *Sächsischen* Erzgängen statt gefunden haben. Oppe *) vervollständigt sie, indem er in den Eisenerzgängen des Granit von *Eibenstock* häufig vorkommende Formen von Kalk-, Braun-, Baryt- und Flufsspath, von Anhydrit, Eisenkies, Grünbleierz und Quarz, von denen sich die meisten jetzt gar nicht mehr, oder doch nur in geringen Spuren finden, nachweiset. Der kohlensaure Kalk wurde von Rotheisenstein, Brauneisenstein, Eisenkiesel, Quarz und Hornstein, der Barytspath, Anhydrit und Flufsspath von Rotheisenstein und Quarz, der Quarz und das Grünbleierz von Rotheisenstein verdrängt, oder es zeigen sich wenigstens Eindrücke oder Abdrücke von Krystallformen der verdrängten Substanzen in den verdrängenden. Die Eisenerze waren es, welche die meisten Verdrängungen bewirkten, und in den, mit verschiedenen Gangarten erfüllten Gängen fortwährend zunahmen. Hier haben wir also Gänge, die sich im Laufe der Zeit immerfort veredelten. Es kann gedacht werden, dafs eine solche Veredlung durch Verdrängung bis zum Verschwinden aller Ganglieder, ausser den Eisenerzen, fortschreitet, und die Gänge sich ganz mit diesen Erzen erfüllen.

Solche Verdrängungen setzen voraus, dafs auch nach der Erfüllung der Spalten mit Gangmassen Gewässer durch dieselben drangen, und diefs ist auch eine bekannte Erscheinung. Wo nun Gangtrümmer sich vereinigen oder Gänge sich kreuzen, da findet ein Zusammenflufs von Gewässern statt, wovon jeder Arm aufgelöste Substanzen mit sich führt; da sind also auch die Bedingungen zu Verdrängungen im gröfseren Maafsstabe als anderswo gegeben. Werden nicht metallische Ganglieder durch Erze verdrängt: so veredeln sich die Gänge; werden umgekehrt Erze durch nicht metallische Ganglieder verdrängt: so verunedeln sie sich. In den vorhergehenden Blättern sind viele von beiderlei Verdrängungen

*) A. a. O. S. 172.

nachgewiesen worden. Untersuchungen auf Anschaarungs- und Kreuzungs-Puncten in den Gängen haben zu ermitteln, ob sich auf denselben Verdrängungs-Pseudomorphosen wirklich in gröfserer Menge, als auf anderen Theilen der Gänge finden. Begreiflich ist indefs, dafs die wahrscheinlich gröfsere Zahl der Verdrängungen, die der amorphen Gangglieder und diejenigen, wobei die frühere Form verloren geht, mineralogisch gar nicht zu ermitteln sind.

Der Absatz der Erze in Gängen krystallinischer Gesteine, und die Bildung der letzteren aus amorphen Gesteinen durch eine Metamorphose mögen in manchen Fällen coordinirte Processe gewesen sein. Enthielten amorphe Gesteine Substanzen, welche nicht in die Mischung von Feldspath, Glimmer und anderer in krystallinischen Gesteinen vorkommender Mineralien eingehen konnten: so wurden sie während der Bildung dieser Mineralien ausgeschieden und von Gewässern in die Gänge geführt. Zu diesem Schlusse sind wir um so mehr berechtigt, je weniger die Gangarten den Mineralien in den krystallinischen Gesteinen gleichen. Es sind aber nicht blofs die jetzt noch vorhandenen Gangarten damit zu vergleichen; sondern auch diejenigen, deren frühere Gegenwart Verdrängungs-Pseudomorphosen und, wie wir vorhin gesehen haben, im grofsartigen Maafsstabe nachweisen. Die sämmtlichen jetzt noch vorhandenen und früher vorhanden gewesenen Gangglieder in den Eisenerzgängen von *Eibenstock* sind dem Granit fremd oder wenigstens nur in geringen Mengen in seinen Gemengtheilen enthalten; ihre Gegenwart konnte daher nur ein Hindernifs der Bildung derselben gewesen sein. Die Kalkspathformen sind die häufigsten in diesen Gängen; Kalkerde wurde daher in gröfster Menge aus dem Nebengesteine fortgeführt, und diefs stimmt damit überein, dafs diese Erde vom Glimmer gar nicht, von den Feldspathen nur in sehr geringer Menge aufgenommen werden konnte. Ebenso gehören die Glimmerarten im Granit im Allgemeinen zu den eisenarmen, und Eisen geht nur spurweise in die Mischung der Feldspathe ein.

Hatten sich in einem sedimentären Gesteine alle Spalten mit Gangmassen erfüllt, und fanden in denselben keine Verdrängungen statt: so konnten fremde Bestandtheile vor-

zugsweise nur auf Schichtungsflächen fortgeführt werden. War diese Fortführung eine sehr beschränkte, und war sie eine Bedingung der Umwandlung in ein krystallinisches Gestein: so konnten lange Zeiträume verfliefsen, ehe das sedimentäre Gestein zur krystallinischen Ausbildung kam. Es kann sein, dafs dieses Umstandes wegen das Thonschiefergebirge, in welchem solche Gänge sich befinden, bis jetzt noch nicht, oder doch nur zur unvollkommenen krystallinischen Ausbildung gekommen ist.

Z. Genesis der Erze.

Der Absatz der Erze in Gängen hängt wesentlich davon ab, dafs lösliche metallische Verbindungen durch Gewässer in sie geführt und darin als schwerlöslichere abgeschieden werden. Selten sind es reine Wasser, welche die metallischen Verbindungen im Nebengesteine auflösen; denn die Meteorwasser enthalten die Gase der atmosphärischen Luft, und legen sie einen längeren Weg im Gesteine zurück: so beladen sie sich mit mineralischen Substanzen, welche ihr Auflösungs-Vermögen modificiren, oder zersetzend auf die metallischen Verbindungen wirken.

Die schwerlöslichsten Verbindungen der Metalle, Schwefelmetalle, Metalloxyde, Metalloxydhydrate, Metallsalze u. s. w. finden sich in den Erzen. Das allgemeine chemische Gesetz, dafs stets die schwerlöslichsten Verbindungen entstehen, wenn verschiedene Lösungen zusammen kommen, macht sich daher auch in Gängen geltend. Nichts kann mehr die ausschliefsliche Bildung der Erze auf nassem Wege beweisen, als dieser Umstand (S. 1984 Note). Leichtlösliche metallische Verbindungen, welche in Gänge gelangen, sind für die Erzbildung verloren, wenn sie nicht mit anderen Substanzen zusammen treffen und damit schwerlösliche Verbindungen bilden. Die leichtlöslichen schwefelsauren Salze (Eisen-, Kupfer-, Zink-, Nickel- und Kobaltvitriol), die so häufig vorkommenden Oxydationsproducte der Verbindungen dieser Metalle mit Schwefel, gehen, wie diefs die Vitriole in Stollen-Wassern zeigen, für die Erzbildung verloren, wenn sie sich nicht in schwerlösliche Verbindungen umwandeln können; nur in aus-

serst seltenen Fällen kommen sie als solche an Stellen, wo sie gegen ihre Wiederauflösung geschützt bleiben, zum Absatze. Die flüchtigsten unter den metallischen Verbindungen, mehrere Chlorüre und Fluorüre, würden, wenn überhaupt Sublimationen in Erzgängen gedacht werden könnten, doch nicht als Sublimate in denselben zu finden sein; denn, mit Ausnahme des Quecksilberchlorür, sind sie leichtlöslich im Wasser. Hätten sie daher nicht sogleich nach ihrer Sublimation Gelegenheit gefunden, sich in schwerlösliche Verbindungen umzuwandeln: so würden sie längst schon spurlos verschwunden sein. Nicht eine einzige Erscheinung liegt in den Erzgängen vor, welche beweisen könnte, dafs sich in denselben die Verwandtschaftsgesetze auf trocknem oder feuerflüssigem Wege geltend gemacht hätten. Wir finden Schwefelblei, Schwefelantimon und Schwefelquecksilber neben grofsen Massen von kohlensaurem Eisenoxydul und kohlensaurem Kalk, während doch Eisen und Kalk diese Schwefelmetalle zersetzen. Wir finden Quarz neben Eisenerzen, während wir bei hüttenmännischen Processen jenen anwenden, um diese in leicht schmelzbaren Silicaten auszuscheiden u. s. w.

Die Aufgabe, für die bis jetzt für unlöslich gehaltenen metallischen Verbindungen Lösungsmittel aufzusuchen, durch welche sie aus dem Nebengesteine in die Gänge geführt werden konnten, glauben wir in den vorher gehenden Blättern gelöst zu haben. Gewifs werden sich aber noch andere Lösungsmittel auffinden lassen, wenn die Bemühungen fortgesetzt werden.

Die Silicate von Zink-, Kupfer-, Nickel- und Silberoxyd sind in reinem Wasser in dem Grade löslich, dafs ihre Löslichkeit noch bestimmt werden kann. Kieselsaures Bleioxyd ist dagegen in reinem Wasser so schwer- oder, nach chemischen Begriffen, so unlöslich als Schwefelblei; es löset sich aber in sehr merklicher Menge im Wasser, welches etwas kieselsaures oder kohlensaures Alkali gelöst enthält. Kommen daher obige Silicate im Nebengesteine vor: so können sie durch Gewässer in die Gänge geführt werden. Da diese Silicate, und wahrscheinlich alle metallischen Silicate, durch Kohlensäure zersetzt werden: so kann diese Zersetzung in Carbonate theils in den Gängen, theils schon im Nebenge-

steine selbst von Statten gehen. Kohlensaure Gewässer zersetzen die Silicate im Nebengesteine und führen die gebildeten Carbonate mit der ausgeschiedenen Kieselsäure in die Gänge; denn die metallischen Carbonate sind viel leichter löslich als die Silicate. Kohlensäuregas zersetzt die in den Gängen abgesetzten Silicate; Carbonate und Kieselsäure scheiden sich aus. Die Bildung der Carbonate auf diese oder jene Weise in den Gängen ist daher wohl zu begreifen. Eisenspath hat sich gewifs stets auf jene Weise gebildet; Weifsbleierz, Malachit, Kupferlasur und andere Carbonate sind aber meist Zersetzungsproducte von früher in den Gängen vorhanden gewesenen Schwefelmetallen. Carbonate können sich aber auch auf andere Weise bilden (S. 1990).

Die Silicate von Zink- und Bleioxyd werden, wenn sie im Wasser suspendirt sind, von Schwefelwasserstoff zersetzt, wobei sich Schwefelmetalle bilden und Kieselsäure ausgeschieden wird. Die Silicate von Kupfer-, Nickel- und Silberoxyd werden auf gleiche Weise durch Schwefelwasserstoff zersetzt, sie lösen sich aber hierauf in Schwefelwasserstoff-Wasser auf, und erst nach längerer Zeit setzen sich die gebildeten Schwefelmetalle in Folge der Verflüchtigung des Schwefelwasserstoffs ab. Sind daher diese Silicate im Nebengesteine vorhanden und kommen sie mit Wasser, welches Schwefelwasserstoff enthält, in Berührung: so geht derselbe Procefs von Statten; die gelösten Schwefelmetalle werden in die Gänge geführt und setzen sich, nach Verflüchtigung des Schwefelwasserstoffs, als solche ab.

Die Carbonate von Kupfer-, Blei- und Silberoxyd und selbst die der Metalloxyde, welche aus ihren, im Wasser gelösten Verbindungen mit stärkeren Säuren durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt werden, wie die Carbonate von Eisen-, Mangan-, Zink-, Nickel- und Kobaltoxyd, werden, im Wasser suspendirt, vom Schwefelwasserstoff zersetzt. Alle diese Carbonate wandeln sich daher in Gängen in Schwefelmetalle um, wenn sie mit Schwefelwasserstoff in Berührung kommen.

Das Vorkommen des Schwefelwasserstoffs in Schwefelquellen, seine Bildung durch Zersetzung schwefelsaurer Salze mittelst organischer Substanzen und Ueberreste, oder durch Fäulnifs dieser Substanzen machen die Frage über seinen Ur-

sprung überflüssig. Die unermeſslichen, aus Schwefelwasserstoff entstandenen Schwefellager *Siciliens* (Bd. II. S. 144 ff.) zeigen, daſs dieses Gas da, wo die Bedingungen zu seiner Entwicklung in groſsem Maaſsstabe gegeben sind, während langer geologischer Zeiträume Material zur Bildung von Schwefelmetallen liefern konnte. Wenn solche Quantitäten Schwefelwasserstoff, wie sie sich auf dieser Insel entwickelt haben und noch entwickeln, statt durch Sauersoff, durch Metallsalze zersetzt worden wären: so würden sie Massen von Schwefelmetallen geliefert haben, welche den Vergleich mit den mächtigsten Erzgängen aushalten könnten. Jetzt noch werden ungeheure Mengen Schwefelwasserstoff durch Fäulniſs von Fucusarten an den Seeküsten entwickelt (Bd. I. S. 925); daher finden sich auch die Erze in den, aus dem Meere abgesetzten Gesteinen als Schwefelmetalle. Auch in sedimentären Gesteinen, in denen groſse Massen von Fucoiden eingeschlossen waren, bildeten sich Schwefelwasserstoff oder bloſs Schwefellebern, wenn es an Kohlensäure fehlte. Führten Gewässer diese Schwefelverbindungen in Spalten solcher Gesteine: so fehlte es nicht an Material zur Bildung von Schwefelmetallen.

Wie die geringsten Mengen Schwefelwasserstoffgas in der atmosphärischen Luft noch auf Metalle und Metallsalze reagiren (Minima dieses Gases in der Luft sind sogar die Bedingungen, daſs sich Schwefelmetalle metallglänzend bilden S. 1906), zeigt sich in Seestädten, namentlich in denen, welche von Kanälen durchschnitten sind, worin organische Substanzen faulen und zersetzt werden (Bd. I. S. 656 und Bd. II S. 1557). Die silbernen Geräthe in solchen Städten werden durch Schwefelwasserstoff geschwärzt. Die silbernen Uhren und das Geld der Stallknechte schwärzen sich durch das beim Faulen der Excremente gebildete Schwefelwasserstoffgas. Die Bleiweiſs-Anstriche in den chemischen Laboratorien bräunen sich, wenn dieses Gas entwickelt wird; nach und nach zeigt sich dieſs auch in bewohnten Räumen und selbst in Bildergallerien.

In Gängen in sedimentären Gesteinen, deren organische Ueberreste der Zersetzung unterlegen sind, und noch unterliegen, waren und sind die günstigsten Bedingungen zur Ent-

wicklung von Schwefelwasserstoff gegeben. Selbst die in ihnen herabsickernden Gewässer enthalten organische Ueberreste aufgelöst. Sind es auch nur Spuren dieses Gases: so reagiren sie doch ebenso, wie solche Spuren in der Atmosphäre, und um so mehr, da zwischen den Gängen und der Atmosphäre eine sehr beschränkte Communication statt findet. Selbst in krystallinischen Gesteinen, in deren Gängen oft die reichsten Erze vorkommen, fehlen nicht die Bedingungen zur Entwicklung des Schwefelwasserstoffs. Das Vorkommen der Schwefelquellen im granitischen Bezirke der *Pyrenäen* (Bd. I. S. 660) zeigt die Gegenwart dieses Gases auch in krystallinischen Gesteinen.

Müller*) hebt an mehreren Stellen seiner Abhandlung hervor, dafs sich kohlenstoffreicher Graphitschiefer, alaunschieferartiger Hornstein und kohlenstoffhaltiger Kieselschiefer und Lydit in der Nähe der Erzgänge bei *Freiberg* am häufigsten finden, dafs ein bedeutender Kohlenstoffgehalt im Nebengestein mit der Bildung der Erze verknüpft ist, dafs an vielen Stellen die, Schwefelmetalle enthaltenden Gangtrümmer vorwaltend mit schwarzem, kohligem Schiefer erfüllt, und dafs manche Gänge in oberen Teufen, innerhalb jener kohlenstoffreichen Gesteine, am reichsten an Erzen sind. Verknüpfen wir damit, dafs in vielen dieser Gänge Barytspath ein Gangglied ist, und dafs auch manchmal Gyps in ihnen auftritt: so fehlt es auch nicht an schwefelsauren Salzen zur Zersetzung durch die kohlenstoffhaltigen Substanzen.

Wo es in Gängen an Schwefelwasserstoff fehlte, da setzten sich die Metalle nicht als Schwefelmetalle, sondern als Carbonate, Phosphate u. s. w. oder in Verbindung mit Metallsäuren ab, oder sie kamen gar nicht zum Absatze, sondern wurden in wässrigen Lösungen fortgeführt. Das mangelnde oder nur sparsame Auftreten von Schwefelwasserstoff an manchen Stellen in den Gängen mag eine häufige Ursache der Erzarmuth sein, obwohl die übrigen Umstände günstig für die Herbeiführung der metallischen Verbindungen waren.

Die metallischen Salze, aus denen durch Schwefelwasserstoff Schwefelmetalle gefällt wurden, waren wohl nur in

*) A. a. O. S. 132. 181. 182. 217 und 219.

den seltensten Fällen Sulphate, Phosphate oder Chlorüre; sondern meist Carbonate oder Silicate.

Das so häufige Vorkommen zusammengesetzter Schwefelmetalle setzt voraus, dafs auch in den Gewässern mehrere Metallsalze in gemeinschaftlicher Lösung waren, und diese Voraussetzung wird durch die Analysen der Mineralwasser bestätigt (S. 2078). Da manche Schwefelmetalle, wie namentlich Schwefelsilber, in überaus geringen Mengen in anderen Schwefelmetallen, z. B. im Bleiglanz und in der Blende, vorkommen: so kann man nicht erwarten, durch die chemische Analyse in den, aus Quellwassern ausgeschiedenen Millionteln von Blei und Zink die darin enthaltenen kleinen Bruchtheile von Silber noch zu ermitteln; es sei denn, dafs ungewöhnlich grofse Quantitäten Wassers abgedampft werden. Die Gegenwart des Silbers in Quellwassern, in denen andere Metalle nachgewiesen wurden, ist aber, da es eines der am meisten verbreiteten Metalle ist (S. 2063 vergl. auch S. 2071 und 2072) und da es selbst im Meerwasser nachgewiesen wurde (S. 1564), nicht zu bezweifeln.

Die frühere Existenz der schwefelsauren Salze im Mineralreiche ist die Bedingung der späteren Bildung der Schwefelmetalle. Die Abscheidung des Schwefels aus schwefelsauren Salzen, entweder in Verbindung mit Wasserstoff oder mit den Metallen der Alkalien und alkalischen Erden, konnte aber nur durch kohlenstoffhaltige Substanzen erfolgen; daher mufste der Bildung der geschwefelten Erze ein organisches Reich vorausgegangen sein *).

*) **Bunsen** (**Poggend. Annal.** Bd. LXXXIII. S. 246 ff.) fand in den Gas- und Dampf-Exhalationen *Island's* Schwefelwasserstoffgas, dessen Menge, nach Abzug des Wasserdampfes, bis auf 24,12 Proc. steigt. Nach einer höchst approximativen Schätzung entweichen aus einer einzigen Quelle in 24 Stunden 223 Km. Schwefelwasserstoffgas und 12 Km. reines Wasserstoffgas. Er bemerkt, dafs die vulkanischen Gase durch die Abwesenheit aller brennbaren kohlenstoffhaltigen Bestandtheile characterisirt sind, während letztere in den gasförmigen Producten der trocknen Destillation und der Zersetzung organischer Reste kaum je fehlen, und schliefst hieraus, dafs die Solfatarengase in keiner Weise organischen Ursprungs sein können. Durch einen einfachen

Der Reductionsprocefs der schwefelsauren Salze ist auch ein Act der Vegetation. Der Schwefel ist als solcher ein Bestandtheil aller Pflanzen und seine Menge steigt, nach H. C. Sorby's*) Untersuchungen von 66 verschiedenen Feldfrüchten, von 0,04 bis 0,76 Proc. **). Die Pflanzen finden ihn in der, durch Verwitterung der Gesteine entstandenen Erde nicht als solchen, sondern nur in schwefelsauren Salzen. Der Schwefel, welchen die auf solchem Boden wachsenden Pflanzen aufnehmen, kann daher nur ein Zersetzungsproduct schwefelsaurer Salze durch organische Thätigkeit sein. Die auf einem, mit organischen Ueberresten getränkten Boden wachsen-

Versuch zeigt er ihre Entstehung: wo nämlich Schwefel und Wasserdampf mit erhitztem Augitgestein zusammentreffen, sind alle Bedingungen zu ihrer Bildung gegeben. Das Auftreten der Schwefelmassen erklärt er aus der Einwirkung der vulkanischen Hitze auf zersetzbare Schwefelverbindungen.

Wenn jemals die Gangbildung mit vulkanischen Wirkungen begleitet gewesen wäre: so würden Bunsen's Versuche neue Quellen von Schwefelwasserstoffgas-Exhalationen für die Bildung von Schwefelmetallen nachweisen. Da aber auch dieser Ursprung des Schwefelwasserstoffs die Existenz von Schwefelmetallen voraussetzt: so bleibt immer noch die Frage offen, auf welche Weise diese entstanden sind. Wären die Gangspalten die Kanäle gewesen, durch welche die gasförmigen Producte der, in der Tiefe von Statten gegangenen vulkanischen Processe ihren Ausgang gefunden hätten: so würden unter Mitwirkung von 82,3 Proc. Wasserdampf, der 1,17 Proc. Schwefelwasserstoff in der oben angeführten Quelle begleitete, keine Schwefelmetalle, welche vom Wasserdampf zersetzt werden (S. 2067 ff.), entstanden sein. Solche heifse vulkanische Gas- und Dampf-Exhalationen waren es daher gewifs nicht, welche zur Bildung dieser Schwefelmetalle in Gangspalten beigetragen haben. Wir machen diese Bemerkungen nur für den möglichen Fall, dafs man der, so sehr erschütterten Hypothese der Einführung der Erze in die Gangspalten durch vulkanische Wirkungen wenigstens noch diesen Antheil vindiciren wollte.

*) Phil. Mag. (3) T. XXX. P. 330 Jahresbericht für 1847 und 1848. S. 833.

**) Eine solche Menge Schwefel würde 3,74 Proc. Schwefelkupfer vom Gewichte der Pflanzen liefern, wenn er bei ihrer Fäulnifs als Schwefelwasserstoff ausgeschieden würde.

den Pflanzen können zwar den, durch Fäulnifs dieser Ueberreste frei werdenden oder in Verbindung mit Wasserstoff ausgeschiedenen Schwefel aufnehmen; allein diefs ist nur ein Kreislauf; ursprünglich kann er nur aus zersetzten schwefelsauren Salzen hervorgegangen sein. Die Zersetzung der Schwefelsäure in diesen Salzen durch organische Thätigkeit der Pflanzen, und vielleicht auch der Thiere, ist daher nicht blofs ein höchst wahrscheinlicher, sondern ein nothwendiger Act im Haushalte der Natur. Und kann eine solche Zersetzung im mindesten befremden, wenn wir beachten, dafs die Pflanzen das Vermögen besitzen, die Kohlensäure zu zersetzen? — Der Kohlenstoff hat auf trocknem wie auf nassem Wege eine stärkere Verwandtschaft zum Sauerstoff als der Schwefel; vermögen daher die Pflanzen die Kohlensäure zu zersetzen: so können sie noch leichter den Schwefel aus der Schwefelsäure in den schwefelsauren Salzen abscheiden, und um so leichter, da deren Zersetzungsmittel, der Kohlenstoff und Wasserstoff, ihre Bestandtheile sind.

Der Geruch nach Schwefelwasserstoff, den faulende Pflanzen manchmal verbreiten, zeigt, dafs der Schwefel in dieser Verbindung, jedoch, wie es scheint, nur in geringer Menge entweicht; denn die Stein- und Braunkohlen enthalten, unabhängig vom Eisenkies, Schwefel, der in jenen bis auf 2,6, in diesen bis auf 8 Proc. steigt (S. 1762 und 1764). Solche Quantitäten übertreffen bei weitem die von Sorby in frischen Pflanzen gefundenen Schwefelmengen. Daher mufs, während der Umwandlung vegetabilischer Substanzen in Stein- und Braunkohlen, zu dem ursprünglich vorhanden gewesenen Schwefel noch neuer hinzugekommen sein, welcher nur von Zersetzung schwefelsaurer Salze durch den Kohlenstoff und Wasserstoff der Holzfaser, wobei der Wasserstoff des gebildeten Schwefelwasserstoffs durch Sauerstoff, sei es auch nur durch den von Gewässern absorbirten, oxydirt wurde, herrühren konnte (S. 1828). Wenn demnach die Pflanzenüberreste den Schwefel conserviren und sogar vermehren: so mufs man vermuthen, dafs sie ihn erst im letzten Stadium ihrer Zersetzung, vielleicht bei ihrer Umwandlung in Anthracit und Graphit, in Verbindung mit Wasserstoff entwickeln. Unter dieser Vorausetzung würde zu begreifen sein, wie vegetabilische Ueberreste in se-

dimentären Gesteinen selbst nach so langen Zeiträumen, wie sie zwischen der Ablagerung derselben im Meere und den Gangbildungen verflossen sind, noch das Material für Schwefelwasserstoff-Exhalationen geliefert haben konnten.

Thierische Substanzen gehen schneller in Fäulnifs über und entwickeln schon im ersten Stadium derselben Schwefelwasserstoffgas, wie diefs der starke Geruch faulender Eier, Weichthiere u. s. w. nach diesem Gas zeigt.

Welchen Antheil organische Ueberreste an der Bildung von Schwefelmetallen nehmen, zeigen die so häufig durch dieselben vererzten Petrefacten. Oben an steht der Eisenkies als Vererzungsmittel (Bd. I. S. 920 ff.); aber auch Blende, Bleiglanz, Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz und Zinnober treten als Vererzungsmittel, und mehr thierischer als vegetabilischer Ueberreste auf. Bilden die Schwefelmetalle, wie so häufig der Eisenkies, blofs dünne Ueberzüge: so ist es möglich, dafs der Schwefelgehalt der organischen Substanzen hierzu das Material geliefert habe; sind aber organische Ueberreste, wie die Schalen mancher Ammoniten, ganz durch Eisenkies ersetzt: so haben schwefelsaure Salze den Schwefel gröfstentheils herbeigebracht.

Da schwefelsaurer Kalk in den Flüssen nächst dem kohlensauren Kalk in gröfster Menge enthalten ist (S. 1524): so mufs er durchschnittlich in den das Gebirgestein durchdringenden Gewässern ebenso vorherrschend sein *). Das Zusammentreffen organischer Ueberreste mit Gewässern, welche schwefelsaure Salze enthalten, ist daher für eine frequente Erscheinung nicht blofs in gegenwärtigen, sondern auch in den frühesten Zeiten der langen sedimentären Periode zu hal-

*) Wiederholt haben sich schon an den bedeutenden Gehalt der schwefelsauren Magnesia in mehreren Flüssen (S. 1526) interessante Bemerkungen geknüpft. Liegt zwar keine Thatsache vor, dafs dieses Sulphat, wie der schwefelsaure Kalk, durch organische Substanzen zersetzt wird: so ist doch sein Auftreten in Gewässern bemerkenswerth, weil die schwefelsaure Magnesia durch die gewöhnlichen Zersetzungsproducte der Gesteine, durch die kohlensauren und kieselsauren Alkalien, in schwefelsaure Alkalien umgewandelt wird, und diese der Zersetzung durch kohlenstoffhaltige Substanzen unterliegen.

ten. Daher reichen die Schwefelwasserstoff-Exhalationen bis zu den ältesten, organische Ueberreste enthaltenden sedimentären Formationen hinauf.

Die Bildung des kohlensauren Eisenoxydul in Gebirgsgesteinen, welche nur oder fast nur Eisenoxydsilicate enthalten, und die Fortführung desselben durch Gewässer setzt, wie schon mehrmals bemerkt wurde, die Reduction des Eisenoxyd zu Eisenoxydul durch organische Substanzen voraus. Werden gleichzeitig durch Gewässer schwefelsaure Salze zugeführt: so werden auch diese durch vorhandene organische Substanzen reducirt. Da in den meisten sedimentären Gesteinen der Eisengehalt eine vorherrschende Gröfse ist, gegen welche der Gehalt der schwefelsauren Salze in den Gewässern sehr zurücktritt, da ferner Kohlensäure durch Gewässer fortwährend zugeführt und durch die Reductionsprocesse auch producirt wird: so wird unter diesen Umständen die Bildung des kohlensauren Eisenoxydul die der Schwefellebern bei weitem überwiegen, und Eisenkies wird nur in geringen Mengen gebildet werden. Die Gewässer führen das kohlensaure Eisenoxydul in die Gangspalten und setzen es darin ab, der unlösliche Eisenkies bleibt im Gebirgsgesteine da zurück, wo er entstanden ist. Fehlte es an schwefelsauren Salzen: so konnte letzterer gar nicht gebildet werden.

Dafs im Mineralreiche die Processe wirklich diese Richtung genommen haben, zeigen die zum Theil so mächtigen Eisenspathgänge. Es gehört übrigens nicht zu den Seltenheiten, dafs in denselben Eisenkies in untergeordneten Verhältnissen den Eisenspath begleitet. Die Bildung dieses Eisenkieses ist nicht anders zu begreifen, als dafs während des Absatzes des kohlensauren Eisenoxydul Schwefelwasserstoff hinzu trat, sei es dafs dieses Gas im Gangraume vorhanden war, oder dafs, was wahrscheinlicher ist, die Gewässer, neben diesem Carbonat, die Materialien zu seiner Entwicklung, schwefelsaure Salze und organische Substanzen, enthielten.

Da Schwefelwasserstoffgas im Wasser suspendirten Eisenspath vollständig in Schwefeleisen umwandelt: so wird diese Umwandlung um so leichter erfolgen, wenn das kohlensaure Eisenoxydul im Wasser gelöst ist.

Was von der Coëxistenz des Eisenkieses in den Eisen-

spathgängen gilt, hat auch Bezug auf die anderen Schwefelmetalle, welche den Eisenspath begleiten. Unter diesen ist es der Kupferkies, welcher am häufigsten und noch häufiger als der Eisenkies den Eisenspath begleitet. Der Umstand, dafs gerade das Schwefeleisen, welches auch ein Bestandtheil des Kupferkieses ist, der häufigste Begleiter des Eisenspath ist, erscheint bemerkenswerth und bezeichnet gleichen Ursprung der Schwefelmetalle und des kohlensauren Eisenoxydul. Mit wenigen Worten läfst sich der ganze Procefs, welcher den Absatz dieser Substanzen in den Gängen bewirkt hat, zusammenfassen. Kohlensaure Gewässer, welche schwefelsaure Salze und organische Substanzen enthielten, nahmen aus dem Gebirgsgestein Eisenoxydul und Kupferoxydul auf. Diese Carbonate wurden in die Gangspalten geführt; das kohlensaure Eisenoxydul setzte sich in Folge der Entweichung der halbgebundenen Kohlensäure zuerst ab, das kohlensaure Kupferoxyd später, weil dieses in viel geringerer Menge als jenes in den Gewässern aufgelöst war. Noch später wurden die schwefelsauren Salze durch die organischen Substanzen zersetzt; denn diese Zersetzung geht ausserordentlich langsam von Statten (Bd. I. S. 918) und die gebildeten Schwefellebern wandelten die Kupferoxyd- und Eisenoxydul-Carbonate in Kupfer- und Eisenkies um, während die Basen der Schwefellebern als Carbonate fortgeführt wurden. Jene Kiese kommen wirklich meist zusammen in Eisenspathgängen vor *). Reichten die Schwefellebern nicht hin, alles kohlensaure Kupferoxyd in Kupferoxyd umzuwandeln: so blieb dieses als solches zurück, und wirklich findet sich manchmal Malachit oder Kupferlasur neben Kupferkies in diesen Gängen.

*) In einer vorliegenden Eisenspath-Stufe finden sich, ausser einigen gröfseren Parthien von Kupferkies in kleinen Drusenräumen, zahllose mikroskopisch kleine messinggelbe Pünctchen auf dem Eisenspath, welche darthun, wie gering die in den Gewässern enthalten gewesenen Quantitäten Kupferoxyd im Verhältnisse zum Eisenoxyd waren. Die spätere Bildung des Kupferkieses ist unverkennbar, und zeigt sich namentlich in der Umhüllung einzelner Eisenspathkrystalle in den Drusenräumen mit einer dünnen Rinde von Kupferkies.

Ausser diesen beiden Schwefelmetallen finden sich Bleiglanz, Blende, Arsenikkies, Fahlerz und Antimonglanz in Begleitung mit Eisenspath. Da sich Bleioxyd und Zinkoxyd mit Kohlensäure verbinden: so haben wir, um die Umwandlung dieser Carbonate in Schwefelmetalle zu begreifen, blofs auf die vorhin erwähnte Bildung des Kupferkieses Bezug zu nehmen. Dieselbe Bildungsart ist bei Erzen, welche, wie Arsenikkies, Antimonglanz und Fahlerz *), Antimon und Arsenik enthalten, nicht vorauszusetzen, da diese Metalle keine Verbindungen mit Kohlensäure eingehen.

So wie wir mit grofser Wahrscheinlichkeit nachgewiesen haben, dafs die Schwefelmetalle in Gängen Producte der Fällung metallischer Auflösungen durch Schwefelwasserstoff sind: so ist es ebenso wahrscheinlich, dafs die in so sehr geringen Mengen vorkommenden Selenmetalle durch Fällung metallischer Auflösungen mittelst Selenwasserstoffgas entstanden sind. So lange indefs im Mineralreiche keine selensauren Salze aufgefunden werden, durch deren Zersetzung mittelst organischer Ueberreste die Bildung von Selenmetallen und daraus die des Selenwasserstoffgases gedacht werden kann, bleibt diefs nur eine Vermuthung. Sollten im Gyps ebenso geringe Quantitäten selensaurer Kalkerde, wie Selen im Schwefel von *Vulcano* vorkommen: so würde es sehr schwer werden, solche Mengen darin nachzuweisen.

Diejenigen Metalle, welche als Arsenikmetalle vorkommen, finden sich auch als arseniksaure Salze: so Eisen, Nickel, Kobalt und Kupfer. Es ist übrigens auffallend, dafs sich Kupfer in mehr Verbindungen mit Arseniksäure als irgend ein anderes Metall findet, und gleichwohl als einfaches Arsenikkupfer nur in dem selten vorkommenden Condurrit auftritt. Wahrscheinlich sind es die sehr verbreiteten und

*) Eine vorliegende reiche Fahlerzstufe zeigt, dafs in den Gewässern, aus welchen solche Erze abgesetzt wurden, die Menge des kohlensauren Eisenoxydul gegen die Bestandtheile des Fahlerzes sehr zurückgedrängt war. Aber auch in dieser Stufe wurde das Fahlerz später als der Eisenspath abgesetzt, wie diefs die oft mikroskopisch feinen Schnüre des ersteren in dem letzteren darthun.

häufig arsenikhaltigen Fahlerze, welche durch Oxydation arseniksaures Kupferoxyd lieferten. Ein einfaches Arsenikblei giebt es nicht; daher auch kein einfaches arseniksaures Bleioxyd. Auch in zusammengesetzten Arsenikmetallen tritt Blei selten auf, und diefs entspricht dem ebenso seltenen Vorkommen der Arseniksäure in Bleierzen; denn diese Säure findet sich blofs im weissen Pyromorphit von *Zschopau*, im gelben von *Johanngeorgenstadt* und in einem erdigen Mineral von *Argueros* in *Chile*. Da Arsenikantimon vorkommt: so sollte man auch eine Doppelverbindung von Arseniksäure mit Antimonsäure zu finden erwarten. Eine solche Verbindung existirt aber nicht und kann auch nicht existiren, da die sehr leichtlösliche Arseniksäure von der schwerlöslichen Antimonsäure weggewaschen worden wäre, wenn sich der Antimonocher und die Antimonblüthe, die das Arsenikantimon begleiten, durch Oxydation desselben gebildet hätten. Uebrigens enthält der Antimonocher I (s. diesen) wirklich Spuren von Arsenik.

Die Oxydation der Arsenikmetalle ist eine längst bekannte Thatsache; die Regeneration des Arsenikkieses aus arseniksauren und schwefelsauren Metalloxyden durch organische Substanzen ist eine, in einem besonderen Falle (S. 1942) mit grofser Wahrscheinlichkeit nachgewiesene Erscheinung. Hiernach stellt sich eine Analogie zwischen Schwefel- und Arsenikmetallen, so wie zwischen schwefelsauren und arseniksauren Metalloxyden heraus. Diese Analogie tritt, da die Lösungen mancher Metallsalze durch Arsenikwasserstoffgas in Wasser und Arsenikmetalle zersetzt werden, noch mehr hervor. Es ist bemerkenswerth, dafs Kupfersalze diese Zersetzung besonders leicht erleiden, indem diefs dem so häufigen Vorkommen der arseniksauren Kupfersalze entspricht. Kupfervitriol wird nicht blofs in wässeriger Lösung, sondern auch im trocknen Zustande von Arsenikwasserstoffgas zersetzt *). Da Arsenikeisen für sich, und wahrscheinlich auch im Weifs- und Rotharsenik-Nickel, so wie im Speifskobalt vorkommt (S. 1950 ff.), und da es beim Auflösen in verdünnter Salz- oder Schwefelsäure Arsenikwasserstoffgas liefert: so ist die

*) Kane in Poggend. Ann. Bd. XXXXIV. S. 471.

Entwickelung desselben aus diesem Arsenikmetall durch wäfsrige Kohlensäure, und mithin seine Gegenwart in Gängen, wenn auch gewifs nur in sehr verdünntem Zustande, nicht unwahrscheinlich. Ob die Analogie zwischen Schwefel- und Arsenikverbindungen so weit geht, dafs die arseniksauren Salze, wie wir es von den schwefelsauren Salzen mit grofser Wahrscheinlichkeit angenommen haben (S. 2126), die ursprünglichen Verbindungen im Mineralreiche sind, aus denen sich die Arsenikmetalle gebildet haben, ist nicht zu entscheiden.

Zwischen Arsenik-, Antimon- und Tellurmetallen zeigt sich zwar gleichfalls eine grofse Aehnlichkeit, auch werden die Lösungen einiger Metallsalze durch Antimonwasserstoffgas in Antimonmetalle und vieler durch Tellurwasserstoffgas in Tellurmetalle zersetzt; es fehlen aber alle weiteren Anhaltepuncte, um nur mit einiger Wahrscheinlichkeit die obigen Schlüsse auch auf Antimon- und Tellurmetalle ausdehnen zu können.

Ueberblicken wir alles was wir, gestützt auf geologische und chemische Thatsachen, über die Bildungsprocesse der verschiedenen Classen von Erzen beizubringen uns bemüht haben: so kommen wir zu dem offenen Geständnisse, dafs das, was wir wissen, nur ein kleiner Bruchtheil von dem ist, was wir nicht wissen. Je mehr aber die mineralogischen und chemischen Kenntnisse der Erze fortschreiten, je mehr pseudomorphische Processe und Minima von Substanzen aufgefunden werden, welche Bildungs- und Zersetzungsprocesse bedingen, je mehr man das Zusammenvorkommen von Erzen mit einander und mit den sie begleitenden Mineralien würdigen wird, desto mehr werden sich unsere Einsichten läutern, und desto näher werden wir dem Ziele geführt.

Fünfter Abschnitt.

Krystallinische Gesteine.

Zur Betrachtung krystallinischer Gesteine wurden wir schon früher an verschiedenen Orten geführt, als ihre vorherrschenden Gemengtheile (Feldspath, Augit, Hornblende u. s. w.) der Gegenstand unserer Untersuchungen waren. Seitdem wurde eine grofse Zahl verschiedener krystallinischer Gesteine analysirt, und dadurch der chemischen Betrachtung zugänglich gemacht. Den letzten Abschnitt unseres Werkes widmen wir diesem Gegenstande, wobei wir uns aber nur auf diejenigen krystallinischen Gesteine beschränken, von denen chemische Analysen vorliegen. Eine vollständige Aufzählung sämmtlicher krystallinischer Gesteine mit ihren Varietäten und Uebergängen, wie in Werken über Geognosie, kann nur dann die Aufnahme in einer chemischen Geologie finden, wenn die noch viele Kräfte in Anspruch nehmende Aufgabe, die chemische Untersuchung aller dieser Gesteine, vollendet sein wird.

In diesem Abschnitte kommen auch die Gesteine von unzweifelhaft vulkanischem Ursprunge an die Reihe, wodurch die früheren Betrachtungen, Bd. II. S. 666 ff., so weit, als die vorliegenden chemischen Arbeiten es gestatten, ihre Erledigung finden werden. Die Analysen der Phonolithe und die äusserst zahlreichen der trachytischen Gesteine setzen uns in den Stand, manche Aufklärungen über die Gemengtheile, über Bildung und Zersetzung dieser Gesteine, so wie über ihre Uebergänge in einander zu geben.

Kapitel I.

Phonolith.

Dieses Gestein nimmt unsere Aufmerksamkeit vorzugsweise in Anspruch, weil sich mit Hülfe der chemischen Analyse kaum in einem anderen krystallinischen Gesteine die Gemengtheile so deutlich erkennen lassen, als in diesem. Die schwierige Zersetzbarkeit des feldspathigen Theils des Phonolith durch Salzsäure gestattet deren Anwendung zur Extraction des zeolithischen Theils. Dafs dieses Verfahren, welches C. G. Gmelin*) bei der Analyse der Phonolithe zuerst in Anwendung brachte, wenig befriedigende Resultate bei anderen Gesteinen liefert, die einen durch Salzsäure ziemlich leicht zersetzbaren Feldspath (Labrador) enthalten, wurde Bd. II. S. 637 ff. ausführlicher erörtert.

Kleine glasige Feldspathkrystalle finden sich gewöhnlich in den Phonolithen; jedoch giebt es eine grofse Zahl, in denen dieselben fehlen, oder wenigstens nicht mit blofsen Au-

*) Naturwissenschaftl. Abhandl. einer Gesellsch. in Würtemberg. Bd. II. S. 133 und Poggend. Ann. Bd. XIV. S. 357. — Naumann (Geognosie Bd. I. S. 624) macht aufmerksam, dafs Fleuriau de Bellevue zuerst (1805) die richtige Ansicht über die Natur der Phonolithe aufgestellt habe, indem dieser fand, dafs sie, mit Salpetersäure behandelt, durch Bildung von Kieselgallerte eine partielle Zersetzung erleiden. Er untersuchte 15 Varietäten, und bemerkt, dafs die Phonolithe von *Hohentwiel* und vom *Hohenkrähen* Mesotyp so häufig und so innig mit ihrer Masse verschmolzen enthalten, dafs er diesen für einen integrirenden Gemengtheil des Ganzen halten müsse.

gen zu erkennen sind *). Die Phonolithe der *Rhön* sind sehr oft und wohl dem gröſseren Theile nach frei von Hornblende, Augit, Magneteisen und Glimmer. Zeolith und Chabasit ist in ihnen selten ausgesondert. Verwittert sind sie selten mehr als eine Linie tief. Ganz zersetzt erscheinen sie fein geschiefert, und zerfallen leicht in dünne Blätter **). Beim Zerschlagen vieler phonolithischer Gesteine auf *Olbrück*, in den Umgebungen des *Laacher See*, welche sehr dichte Gesteine sind, konnte ich keine Veränderung von aussen nach innen und keine Feuchtigkeit auf den Bruchflächen, die Bedingung der Zersetzung, wahrnehmen. Nur an einer einzigen, unter sehr vielen aussen und innen mit Salzsäure geprüften Stellen zeigte sich ein geringes Brausen in der Umgebung eines Sodalith. Käme nicht bei diesem Gesteine die mechanische Zerspaltung in sehr dünne Platten zu Hülfe: so würde es kaum je zersetzt werden. Ebenso verhielt sich das phonolithische Gestein auf dem benachbarten *Burgberg*.

Auf der *Rhön* finden sich trachytische Phonolithe, in deren ganzer Masse sich eine krystallinische Tendenz zeigt. Die Feldspathkrystalle sind gröſser, als in den eigentlichen Phonolithen, und häufig von erweiterten Spaltungs-Klüften oder von unregelmässigen drusigen Räumen durchsetzt, worin sich Analcim, Mesotyp, Chalcedon, Speckstein ***) u. s. w. finden. Hornblende, Augit, Magneteisen und besonders Glimmer kommen fast überall in ausgebildeten Krystallen vor, und zu ihnen gesellt sich, zerstreut durch das Ganze, Titanit. In den Zwischenräumen dieser Krystalle erkennt man zeolithische Substanzen. Diese Gesteine verwittern, in Folge der leicht

*) G. Rose in Poggend. Ann. Bd. XLVII. S. 194.

**) Gutberlet im n. Jahrb. f. Min. 1845. S. 129 ff.

***) Speckstein soll auch im Phonolith vom *Pferdskopf* durch die ganze Masse verbreitet sein. Da Speckstein so häufig mit Steinmark verwechselt wird: so ist sein Vorkommen in Phonolithen um so mehr zu bezweifeln, als Magnesia in ihnen theils gänzlich fehlt, theils in nur sehr geringen Mengen sich findet. Im Phonolith von der *Pferdekuppe* (IV) fehlt sie gänzlich. Eine specksteinartige Masse aus dem Trachyt von *Berkum* war, nach meiner Analyse, nichts anderes als Steinmark.

zersetzbaren zeolithischen Substanzen, bei weitem schneller und bis zu gröſserer Tieſe als die eigentlichen Phonolithe. Bei den Feldspathkrystallen beginnt die Zersetzung im Innern, da die äussere Hülle reiner Feldspath und frei von Zeolithen ist. Die lockern Blöcke erhalten dadurch eine abgerundete Gestalt und stumpſe Kanten *).

Nach Gutberlet enthalten die Basalte und ihre Tuffe innerhalb des phonolithischen Gebietes der *Rhön* meist Phonolith-Fragmente in solcher Menge, daſs sie wie ein phonolithisches Trümmergestein mit basaltischem Bindemittel erscheinen. Er unterscheidet vier Reihen im dortigen Gebirge, und kommt zu dem Schlusse, daſs die älteren Phonolithe zuerst emporstiegen und mit ihnen die normalen sedimentären Gebilde (bunter Sandstein und Muschelkalk), aufgerichtet wurden, daſs dann der ältere Basalt den älteren Phonolith durchbrach, daſs der ältere Basalt den jüngeren trachytischen Phonolith, und daſs dieser wieder den jüngeren Basalt durchsetzte.

Da die Aufrichtung der Schichten sedimentären Gesteins als Kennzeichen des Emporsteigens krystallinischer Gesteine zu betrachten ist (ein Kennzeichen, welches den krystallinischen Gesteinen im *Rheinischen* Schiefergebirge fehlt Bd. II. S. 1059): so erscheinen die Phonolithe und Basalte auf der *Rhön* als eingeschobene Massen. Wir kommen aber auf die mehrmals wiederholte Bemerkung zurück, daſs die Phonolithe ebenso wenig wie andere krystallinische Gesteine so, wie sie jetzt sind, hervorgetreten sein können: mögen sie feuerflüssige, oder mojaartige, oder starre Massen gewesen sein, die vollkommene Ausbildung der Mineralien in ihnen war stets ein späterer Act. Der Gehalt an zeolithischen Gemengtheilen in krystallinischen Gesteinen ist, und bleibt auch nach den unten folgenden Versuchen, wasserhaltige Mineralien in der Glühhitze zu bilden, ein unübersteigliches Hinderniſs, sich solche Gesteine, wie sie jetzt sind, als Bildungen auf feuerflüssigem Wege zu denken. Phonolithische Trümmergesteine mit basaltischem Bindemittel tragen übrigens das Gepräge der Conglomerat-Bildungen in sedimentären Gesteinen.

*) Gutberlet a. a. O.

Analysen von Phonolithen.

	I frisch	II zersetzt	III
Kieselsäure	57,70	67,98	53,70
Thonerde	22,80	18,93	19,73
Eisenoxyd	4,25	2,67	3,55
Manganoxyd	—	—	1,09
Kalkerde	1,05	0,86	1,46
Magnesia	0,55	0,49	—
Kali	3,45	5,44	7,24
Natron	9,70	3,26	7,43
Schwefelsäure	—	Spur	0,12
Wasser	—	—	3,19
Salzsäure und organ. Substanzen	—	—	Spur
	99,50	99,63	97,51
Sauerst. Quot. *)	0,518	0,335	0,335

I Phonolith vom *Rothenberg* bei *Brüx*, im unverwitterten Zustande, nach Struve *).

II Die weiſse verwitterte Oberfläche dieses Phonoliths, nach demselben **).

III Ph. von *Hohenkrähen* im *Hegau*, nach Gmelin ***).

*) Bd. II. S. 631.

**) Poggend. Ann. Bd. VII. S. 348.

***) A. a. O.

	IV	V frisch	VI zersetzt
Kieselsäure	61,88	61,90	63,68
Thonerde	18,49	17,75	16,35
Eisenoxyd	3,82	3,80	5,53
Manganoxyd	0,51	0,77	0,63
Kalkerde	1,23	0,03	1,46
Kali	3,68	8,27	9,01
Natron	6,72	6,18	4,10
Titansäure	—	0,10	0,14
Wasser	1,34	0,67	0,63
	97,67	99,47	101,53
	0,393	0,396	0,380

IV Ph. von der *Pferdekuppe* auf der *Rhön*, nach demselben.

V Ph. von *Abtsrode*, im unverwitterten Zustande, nach demselben.

VI Derselbe im verwitterten Zustande, nach demselben.

	VII	VIII	IX
Kieselsäure	60,02	56,65	54,09
Thonerde	21,46	16,94	24,09
Eisenoxyd	4,73	3,90	1,25
Manganoxyd	—	—	0,32
Kalkerde	1,58	1,95	0,69
Magnesia	0,61	1,70	1,38
Kali	1,88	9,25	4,24
Natron	8,86	2,67	9,21
Kupferoxyd	—	—	0,01
Wasser	1,49	4,99	3,28
	100,63	98,32	98,56
	0,514	0,426	0,550

VII Ph. vom *Ebersberg* auf der *Rhön*, nach E. E. Schmid*). Er ist sehr vollkommen schiefrig, homogen und frei von allen krystallinischen Einschlüssen.

*) Poggend. Ann. Bd. LXXXIX. S. 295.

VIII Ph. vom *Marienberg* bei *Aufsig* in *Böhmen*, nach Meyer *). Er enthält keine sichtbaren Gemengtheile; einige hier und da eingewachsene kleine Krystalle von Titanit, Hornblende und einige Körnchen von Magneteisen ausgenommen. Die glasigen Feldspathkrystalle fehlen gänzlich. Dieser Phonolith, so wie der von *Bilin*, soll auch Apophyllit enthalten.

IX Ph. von *Whisterschan* bei *Teplitz*, nach Redtenbacher **). Er enthält nur sehr wenige, kleine glasige Feldspathkrystalle.

	X	XI	XII	XIII
Kieselsäure . . .	51,82	65,82	64,56	65,36
Thonerde	21,05	19,58	19,41	19,41
Eisenoxyduloxyd . .	6,59	Oxyd 1,60	0,73	0,43
Manganoxyd . . .	—	0,09	0,18	—
Kalkerde	3,18	0,84	0,56	0,55
Magnesia	—	0,42	0,88	0,87
Kali	12,67	8,52	13,68	9,32
Natron		3,13		4,06
Wasser	4,69	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00

X Ph. vom *Teplitzer Schlofsberg* nach Prettner ***).

XI Ph. von *Kostenblatt* im *Böhmischen Mittelgebirge*, nachdem der durch Säuren zersetzbare Theil ausgelaugt und die von demselben herrührende Kieselsäure mittelst einer Lösung von kohlensaurem Natron abgeschieden worden war. Heffter und Joy †).

XII und XIII Glasige Feldspathkrystalle, welche aus zersetztem Phonolith von *Kostenblatt* mechanisch abgesondert wurden, nach demselben. XI, XII und XIII zeigen, dafs die Feldspathkrystalle ebenso zusammengesetzt sind, wie der durch Säuren unzersetzbare Theil des Phonolith. Aus dem bedeutenden Feldspathgehalte der Analysen der Phonolithe

*) Ebend. Bd. XLVII. S. 191.

**) Ebend. XLVIII. S. 491.

***) Rammelsberg's Handwört. Suppl. II. S. 42.

†) Joy: Miscell. chim. researches. Göttingen 1853 P. 30.

schloſs schon G. Rose, daſs nur ein kleiner Theil desselben in ausgeschiedenen Krystallen, der gröſsere mit der zeolithischen Substanz in der Grundmasse des Gesteins innig gemengt sei.

In vorstehenden Phonolithen beträgt

	der zeolithische	der feldspathige Theil.
in III	55,13	44,87
„ IV	18,59	81,41
„ V	15,84	84,16
„ VI	4,21	95,79
„ VII	19,07	80,56
„ VIII	37,47	62,53
„ IX	48,97	51,03
„ X	29,41	70,59

Im weiſsen verwitterten Phonolith aus dem *Böhmischen Mittelgebirge* fand Schmorl *).

(XI)	3,13 und 0,26 Eisenoxyd	96,61 6,4 Kali 3,3 Natron enthaltend

Zusammensetzung des zeolithischen Theils in

	III (*a*)	IV (*a*)	V (*a*)	VI (*a*)
Kieselsäure	43,25	44,54	38,57	13,40
Thonerde	22,90	22,14	24,32	5,66
Eisenoxyd	2,66	6,75	11,35	63,40
Manganoxyd	1,19	0,53	2,19	11,13
Kalkerde	2,44	2,88	1,80	Spur
Kali	5,45	3,06	12,66	1,07
Natron	13,67	11,38	3,08	
Schwefelsäure . . .	0,22	—	—	—
Titansäure	—	—	0,62	3,40
Wasser	5,79	7,22	4,21	—
Org. Subst.	—	—	0,41	—
	97,57	98,50	99,21	98,06

*) Rammelsberg Suppl. I. S. 113.

	VII (a)	VIII (a)		XI (a)	X (a)
Kieselsäure . . .	56,39	43,24		41,22	42,22
Thonerde . . .	19,73	21,00		29,24	26,66
Eisenoxyd . . .	9,82	7,82	Oxydul	2,50	9,30
Manganoxyd . .	—	—		0,64	—
Kalkerde . . .	3,12	2,99		1,03	4,01
Magnesia . . .	1,38	—		1,26	—
Kali	1,33	0,04		3,56	} 7,40
Natron	0,61	7,11		12,11	
Kupferoxyd . . .	—	—		0,03	—
Wasser	7,62	13,33		6,56	9,33
	100,00	95,53		98,15	98,92

Zusammensetzung des feldspathigen Theils in

	III (b)	IV (b)	V (b)	VI (b)
Kieselsäure . . .	66,55	65,84	66,29	66,46
Thonerde . . .	15,86	17,87	16,51	16,81
Eisenoxyd . . .	4,63	3,16	2,39	2,99
Manganoxyd . .	0,98	0,51	0,99	0,17
Kalkerde . . .	0,27	0,34	Spur	1,52
Kali	9,44	3,82	9,25	9,57
Natron	—	5,65	4,96	4,28
	97,73	97,19	100,39	101,80
Sauerst. Quot. .	0,312	3,341	0,333	0,347

	VII (b)	VIII (b)	IX (b)	X (b)
Kieselsäure . . .	61,18	61,18	66,96	60,87
Thonerde	21,98	19,36	18,94	15,22
Eisenoxyd . . .	3,51	1,35	—	3,80
Kalkerde . . .	1,21	1,78	0,34	2,31
Magnesia	0,43	—	1,50	—
Kali	2,02	1,77	4,93	} 17,80
Natron	9,67	14,65	6,32	
	100,00	100,09	98,99	100,00
Sauerst. Quot. .	0,461	0,413	0,345	

Gmelin hält die von ihm analysirten Phonolithe für Gemenge aus glasigem Feldspath und Mesotyp; nur daſs der Wassergehalt im zeolithischen Theile der ersteren geringer als bei letzterem ist. Doch nähert sich die Mesotypmasse bald mehr dem Natrolith, bald mehr dem Mesolith, der Mesoline u. s. w. Da der Sauerstoffquotient des glasigen Feldspath 0.333 ist: so ersieht man, daſs die Sauerstoffquotienten in III (*b*), IV (*b*), V (*b*), VI (*b*) und IX in der That so nahe damit übereinstimmen, als man nur erwarten kann. Die nachstehenden Untersuchungen zeigen auch, daſs bei Behandlung der Phonolithe mit Salzsäure von den wesentlichen Bestandtheilen des feldspathigen Theils so wenig ausgezogen wird, daſs dadurch die Zusammensetzung desselben kaum merklich alterirt werden kann.

Glasiger Feldspath vom *Drachenfels* verlor beim Digeriren mit Salzsäure 3,73 Proc.; Eisenoxyd wurde in gröſster Menge und ausserdem Kieselsäure, Thonerde, Kalk und Magnesia extrahirt. Ein durch Eisenoxyd ziemlich braun gefärbter Krystall I, und ein ziemlich farbloser, der aber Magneteisen-Pünctchen enthielt, II, beide vom *Drachenfels*, wurden wiederholt mit Salzsäure digerirt, nachdem nach jedesmaliger Behandlung die saure Flüssigkeit abfiltrirt und der Rückstand ausgewaschen worden war.

	Auszug aus I		Auszug aus II
nach 2stündiger Digestion . .	2,06	Proc.	—
„ „ „ „ . .	1,43	„	2,02
„ „ „ „ . .	0,52	„	1,59
nach 4stündiger Digestion . .	0,81	„	0,44
nach 8stündiger Digestion, und nachdem das Pulver noch 8 Stunden mit kalter Salszsäure in Berührung stehen geblieben war	0,76	„	0,97
nach 3stündiger Digestion . .	0,91	„	0,34
nach 2stündiger Digestion . .	0,55	„	0,84
Es wurden also im Ganzen extrahirt	7,04	Proc.	6,20

Obige 2,06 Proc. bestanden aus

Eisenoxyd . . .	1,07	
Kieselsäure . .	0,085	
Thonerde . . .	0,200	
Kalkerde . . .	Spuren	
Magnesia . . .		
Alkalien . . .		

Die folgenden 1,43 Proc. enthielten 0,068 Proc. Kieselsäure. Die übrigen Auszüge habe ich, weil sie zu wenig betrugen, nicht analysirt. Aus der abnehmenden gelblichen Farbe war zu schliefsen, dafs sie immer weniger Eisen enthielten *).

Da die ersten Extracte in vorstehenden Versuchen Eisen bei weitem vorherrschend enthielten, und diefs von eingeschlossenem Magneteisen herrührte, der in I zersetzt war **): so wird bei Behandlung der Phonolithe mit Salzsäure, sofern deren feldspathige Theile gleichfalls Magneteisen enthalten, Eisen gleichfalls in gröfster Menge ausgezogen werden. Vielleicht dafs der zum Theil beträchtliche Eisengehalt im zeolithischen Theile obiger Phonolithe, wenigstens theilweise davon herrührt.

In den bis jetzt analysirten glasigen Feldspathen ist das Verhältnifs der Alkalien

	Berthier		Abich	Schnedermann	Mitscherlich	Heffter und Joy
Kali .	6,9	8,0	8,38	12,45	10,55	9,32
Natron .	3,7	4,0	4,10	0,43	0,43	0,46

*) Es ist wohl nicht zu zweifeln, dafs nach hundert Mal wiederholter Behandlung mit Salzsäure die Feldspathe endlich ganz zersetzt worden wären. Da die Rückstände, nach jeder Digestion, nicht mit kochender Lauge von kohlensaurem Natron behandelt wurden: so blieb die ausgeschiedene Kieselsäure gröfstentheils zurück; die ganze Menge der zersetzten Feldspathe ist also gröfser, als sie gefunden wurde.

**) Auch der glasige Feldspath des *Epomeo* enthält, nach Abich, Körner von Titaneisen, welche mit ihm innig verwachsen sind, oft auch die Krystalle durchsetzen.

	G. Bischof			Schnabel	Lasch	Bothe
Kali .	7,15	5,85	7,60	6,02	12,67	14,39
Natron .	4,66	4,93	4,60	7,32	0,44	1,18

Mit Ausnahme einer Analyse ist also Kali stets vorherrschend. Gleichfalls findet sich in III (*b*), V (*b*), VI (*b*) Kali gegen Natron vorherrschend; dagegen das Umgekehrte in IV (*b*), VII (*b*), VIII (*b*) und IX (*b*).

Dem Sauerstoffquotienten im Oligoklas = 0,444 kommen ziemlich nahe VII (*b*) und VIII (*b*). Schmid bezeichnet auch den feldspathigen Theil in dem, von ihm analysirten Phonolith VII als Oligoklas. Diesem entspricht, dafs in beiden Phonolithen das Natron das Kali bei weitem überwiegt, was in Uebereinstimmung mit den 30 bekannten Analysen des Oligoklas *), in welchen dasselbe Verhältnifs statt findet, ja manchmal das Kali gänzlich fehlt, ist.

In IV (*b*) findet sich gleichfalls der Sauerstoffquotient des glasigen Feldspath; nur ist darin das Natron gegen das Kali vorherrschend. Da unter den oben angeführten Analysen dieses Feldspaths nur in einer Natron gegen Kali vorherrschend ist: so glauben wir es als Regel annehmen zu müssen, dafs im glasigen Feldspath Kali gegen Natron stets vorherrschend ist; daher nehmen wir, sofern in IV (*b*) und IX (*b*) die Alkalien richtig bestimmt sind, Anstand, die darin enthaltenen Feldspathe für reine glasige zu nehmen **).

*) Sartorius v. Waltershausen (üb. d. vulk. Gesteine u. s. w. S. 26) führt einen von ihm analysirten Feldspath von *Ytterby* als Oligoklas an, der 14,4 Proc. Kali und 0,5 Natron enthielt. Wahrscheinlich sind beide Alkalien durch einen Druckfehler mit einander verwechselt worden.

**) Schmid bemerkt, dafs sich in IV (*b*) und V (*b*) sehr bestimmt das Sauerstoffverhältnifs 12 : 3 : 1, oder die Formel des Albit zeige. In IV (*b*) ist aber das Sauerstoffverhältnifs 15,5 : 4,3 : 1, also sehr abweichend davon. In V (*b*) kommt es zwar jenem sehr nahe; allein da in 28 Analysen des Albit entweder gar kein Kali oder dieses doch nur in viel geringerer Menge als Natron gefunden wurde, und blofs eine Analyse, Albit vom *St. Gotthard* von Brooks, Natron 6,23 und Kali 6,77 Proc., dagegen Thaulow darin gar kein Kali angiebt: so ist man nicht berechtigt, den feldspathigen Theil in V (*b*) für Albit zu halten.

Es ergiebt sich hieraus, dafs die Phonolithe III, V, VI glasigen Feldspath, VII und VIII Oligoklas *) und IV und IX einen noch zweifelhaften glasigen Feldspath enthalten. Der Sauerstoffquotient in X läfst sich nicht berechnen, da Kali und Natron nicht von einander geschieden wurden; der geringe Kieselsäure-Gehalt in diesem berechtigt jedoch zu der Vermuthung, dafs der darin enthaltene Feldspath nicht glasiger, sondern Oligoklas sei. Bemerkenswerth ist, dafs die drei Phonolith-Berge IV, V und VII unweit von einander bei *Poppenhausen* auf der *Rhön* liegen, während die beiden ersteren glasigen Feldspath, der letztere Oligoklas enthalten.

G. Rose**) erinnert gegen Gmelin, dafs der zeolithische Theil der Phonolithe wahrscheinlich nicht ein einziger, sondern ein Gemeng zweier oder mehrerer Zeolithe ist, worauf auch der Umstand deutet, dafs in den Höhlungen des *Marienberger* Phonolith nicht allein Natrolith, sondern auch Apophyllit, wie auch etwas Kalkspath vorkommt***). Vielleicht, meint er, ist dieser zeolithische Theil ein Gemeng eines Zeolith mit einem nicht wasserhaltigen, durch Säuren zerlegbaren Silicat, z. B. Nephelin.

Diese Ansicht hat gewifs viel für sich. Kommt der Phonolith zur krystallinischen Ausbildung: so erscheinen glasige Feldspathe; seltener sondern sich Zeolithe aus (S. 2142). Die feldspathige Natur des, durch Säuren nicht zersetzbaren Theils ist in allen bis jetzt analysirten Phonolithen unverkennbar; daher können sich aus ihnen glasige Feldspathkrystalle leicht ausscheiden. Die nahe Uebereinstimmung in der Zusammen-

*) Schmid fand, dafs aus Oligoklas nach dreiwöchentlicher Digestion mit Salzsäure in einer 50° selten übersteigenden, in der Regel sehr viel niedrigeren Temperatur 5,16 Proc. Kieselsäure und Basen extrahirt wurden; mithin etwas weniger als aus glasigem Feldspath (S. 2144). Was folglich bei Behandlung eines, Oligoklas haltenden Phonolith mit Salzsäure in einer viel kürzeren Zeit aus dem Oligoklas extrahirt wird, beeinträchtigt das Resultat nur sehr wenig.

**) A. a. O.

***) Der Mandelstein-artige Phonolith von *Aussig* soll reich an Chabasit sein. Gutberlet a. a. O.

setzung dieses Theils vermifst man aber im zeolithischen Theile, und nur wenn Gewässer davon auflösen, bilden sie in Drusenräumen, seltener in der Gesteinmasse selbst, bestimmte Zeolithe. Das Vorkommen von Hauyn in manchen Phonolithen (*Puy-de-Dome* und *Cantal*) und die geringen Mengen Schwefelsäure, welche in mehreren der oben angeführten gefunden wurden, sprechen sehr dafür, dafs auch dieses von Säuren zersetzbare Silicat im Gemenge mit dem zeolithischen Theile häufig vorhanden sein mag.

Die Vergleichung von I mit II und von V mit VI zeigt, dafs mit der Zersetzung des Phonolith die Kieselsäure und das Kali zunehmen, die Thonerde und das Natron aber abnehmen. Da im zeolithischen Theile des unzersetzten Phonolith (V) die Kieselsäure und das Kali weniger betragen als im feldspathigen Theile, und umgekehrt in jenem die Thonerde und das Natron mehr betragen, als in diesem, da ferner in V der zeolithische Theil 15,84 und im zersetzten (VI) nur 4,21 Proc. beträgt: so könnte die Zersetzung desselben in einer theilweisen Ausscheidung des zeolithischen Theils bestehen. In diesem Falle würde das Gestein eine Verminderung in seiner Masse um 11,63 Proc. erlitten, und daher entweder in seinem Volumen bedeutend abgenommen haben, oder porös geworden sein *). Da wir unten sehen werden, dafs sich Zeolithe in Feldspath umwandeln: so kann die Zersetzung des Phonolith als eine combinirte Wirkung einer theilweisen Ausscheidung von Bestandtheilen und einer theilweisen Umwandlung des zeolithischen Theils in den feldspathigen gedacht werden. Ging die Zersetzung auf diese Weise von Statten: so war die Zunahme der Kieselsäure und des Kali eine Folge der absoluten Abnahme der Thonerde und des Natron. Dieser Abnahme entspricht auch die bedeutende Zunahme des Eisen- und Manganoxyd so wie der Titansäure, wenn man deren Mengen im zeolithischen Theil von VI (*a*) mit denen im zeolithischen Theil von V (*a*) vergleicht. Diese

*) Nach Breithaupt (Poggend. Ann. Bd. VIII. S. 90) scheint das spec. Gewicht der Phonolithe mit beginnender Zersetzung abzunehmen; denn das des frischen ist 2,535, das des schon etwas zersetzten 2,487.

Oxyde, welche als solche unauflöslich sind, widerstanden der Fortführung durch Gewässer, während die übrigen Bestandtheile und selbst die Kieselsäure in bedeutenden Mengen fortgeführt wurden *).

Aus den Analysen I und II würden sich wohl ähnliche Resultate ergeben, wenn Struve, wie Gmelin, den zeolithischen und feldspathigen Theil einer besonderen Analyse unterworfen hätte. Da in II der Sauerstoffquotient gleich dem des glasigen Feldspath ist: so ist dieser zersetzte Phonolith als eine fast reine feldspathige Masse zu betrachten; der zeolithische Theil scheint mithin gänzlich zersetzt und theilweise fortgeführt worden zu sein. Ueberdiefs zeigt sich die Zunahme des Kali und die Abnahme des Natron in diesem Gesteine in einem noch gröfseren Verhältnisse als im zersetzten Phonolit VI. Dagegen hat das Eisen in II etwas abgenommen.

Die Abnahme des Natron in beiden zersetzten Phonolithen ist in Uebereinstimmung mit dem Vorwalten des kohlensauren Natron gegen das kohlensaure Kali in Quellwassern, und mit dem Vorkommen natronhaltiger Zeolithe in Drusenräumen dieser Gesteine.

Auch der Phonolith XI zeigt die Abnahme des zeolithischen und die Zunahme des feldspathigen Theils bei der Zersetzung. Diese Verhältnisse scheinen daher stets mit der Zersetzung der Phonolithe verknüpft zu sein.

Die so sehr ungleichen Quantitäten des zeolithischen Theils der Phonolithe (S. 2142), welche in III ihr Maximum und in VI und XI ihr Minimum erreichen, führen zu der gegründeten Vermuthung, dafs sich der Zersetzungsprocefs in den angeführten Phonolithen in sehr verschiedenen Stadien befindet. Es ist nicht wahrscheinlich, dafs der Phonolith III

*) In v. Leonhard's Mineraliensammlung sah ich einen Phonolith aus *Böhmen* mit einer zweizölligen Zersetzungs-Rinde, zur Hälfte nach aussen schwach gelblich, nach innen von der ursprünglichen lichten Farbe. Wahrscheinlich würde die chemichemische Analyse in dieser Rinde gleichfalls eine bedeutende Zunahme des Eisenoxyd im Verhältnisse zum unveränderten Gesteine nachweisen.

mit seinen 55,13 Proc. zeolithischer Theile noch in seinem ursprünglichen Zustande beharrt; denn unterliegt irgend ein Gestein einem Zersetzungsprocesse: so reicht das Alter desselben fast ebenso hoch als das seiner Bildung hinauf. Die entgegengesetzte Annahme, dafs ein Gestein ein hohes, vielleicht Millionen Jahre betragendes Alter ohne Veränderung erreichen könne, und dann plötzlich einer solchen erläge, würde wenigstens eine sehr unlogische sein. Durchdringbarkeit und Veränderung eines Gesteins sind zwei unzertrennbare Erscheinungen; nur ein absolut wasserdichtes Gestein würde eine ewige Dauer haben. Gäbe es ein solches: so würde keine Ursache zu finden sein, wodurch sich seine absolute Undurchdringbarkeit jemals ändern könnte. Der Phonolith III ist, wie alle Gebirgsgesteine, unzweifelhaft wasserdurchlassend; mithin gewifs derselben Veränderung unterworfen, wie sie, schon durch das Auge erkennbar, in anderen Phonolithen durch die chemische Analyse nachgewiesen ist. Sein Alter ist nicht zu schätzen, aber es ist gewifs so hoch, dafs er während seiner langen Existenz schon einer Veränderung unterworfen war. Bestand diese Veränderung in einer fortwährenden theilweisen Umwandlung des zeolithischen Theils in den feldspathigen, verknüpft mit einer Ausscheidung derjenigen Bestandtheile, welche in diesen nicht eingehen konnten: so mufs die Menge desselben in früheren Perioden noch gröfser gewesen sein als jetzt.

Bunsen *) stellte einen Versuch an, der, nach seiner Ansicht, das Räthsel der wasserhaltigen Silicat-Bildungen in plutonischen Gesteinen vollkommen zu lösen scheint. Trägt man nämlich ein fein gepülvertes Gemenge von 0,2 Th. Kalk und 1,0 Th. Kieselsäure in 9 Th. Aetzkali, welches in einer Silberschale geschmolzen ist, ein, und läfst man das, einige Zeit stark rothgeglühte Gemeng langsam erkalten: so findet man nach dem Auflösen der Masse im Wasser ein Netzwerk von oft 4—5 Lin. langen prismatischen Krystallen, die zum Theil an den Wänden der Schale aufsitzen. Diese Krystalle sind wasserhaltiger $\frac{2}{3}$ kieselsaurer Kalk, gemengt mit etwas kohlensaurem Kalk. Dieses wasserhaltige Silicat entsteht also

*) Poggend. Ann. Bd. LXXXIII. S. 236.

nicht nur in der Glühhitze, sondern kann sich auch darin erhalten; nachdem es aber von seiner Umgebung getrennt worden, verliert es schon bei 109° $\frac{4}{5}$, und noch unter der Glühhitze wieder alles Wasser.

Dieser Versuch ist in chemischer Beziehung sehr interessant, weniger in geologischer; denn da es in der Natur kein Kalihydrat oder irgend ein anderes Hydrat giebt, welches die stärkste Glühhitze aushalten kann, ohne sein Hydratwasser zu verlieren: so fehlt es hier an den Bedingungen zu einer solchen Bildung wasserhaltiger Silicate. Betrachten wir den Procefs in diesem Versuche etwas näher: so ergiebt sich, dafs 0,188 Th. Kalk (nach Abzug des mit Kohlensäure verbundenen) 0,23 Th. Kieselsäure aufgenommen hatten; 0,77 Th. von der Kieselsäure mufsten sich daher mit Kali verbunden haben, wodurch eine entsprechende Menge Hydratwasser ausgeschieden wurde, welches an das Kalksilicat getreten war und Glühhitze ausgehalten hatte, ohne sich zu verflüchtigen. Das angewandte Kalihydrat enthielt 1,44 Th. Wasser, das Kalksilicat nahm davon 0,392 Th. auf; 1,048 Th. Wasser blieben daher mit Kali in Verbindung. Dieser Menge Wassers entsprechen 6,55 Th. Kalihydrat, oder 5,502 Th. Kali; 2,45 Th. Kalihydrat wurden mithin zersetzt, und lieferten jene 0,392 Th. Wasser, welche an das Kalksilicat getreten waren. Das was das Wasser aus der geglühten Masse ausgezogen hatte, bestand daher aus:

Kalihydrat . .	6,550		
Kali	2,058	ungefähr	3 At.
Kieselsäure . .	0,770		1 At.
	9,378		
Dazu Wasserhaltiges Kalksilicat	0,810		
Kohlensaurer Kalk . .	0,012		
	10,200	= der Menge der angewandten Substanzen.	

Der ganze Procefs besteht also darin, dafs sich die Kie-

selsäure theils mit der Kalkerde zu einem Silicat von bestimmtem Mischungsverhältnisse, theils mit dem Kali zu einem Silicat von unbestimmtem Mischungsverhältnisse verbunden hatte, und dafs das bei der Bildung des Kalisilicat ausgeschiedene Hydratwasser des Kalihydrat an das Kalksilicat getreten war. Da sich nun das Wasser in letzterem in der Glühhitze erhalten hatte: so kann diefs nur durch die Gegenwart der aus Kalihydrat, Kali und Kieselsäure bestehenden Masse bedingt worden sein. Es scheint daher, als wenn die Gegenwart eines Hydrats, welches Glühhitze ohne Zersetzung aushalten kann, ein wasserhaltiges Silicat, welches für sich der Glühhitze nicht widerstehen kann, dieselbe Eigenschaft zu ertheilen im Stande ist. Der merkwürdige Procefs könnte daher in die Kategorie der Contact-Erscheinungen gestellt werden.

Wollte man durch einen solchen Procefs die Bildung des Phonolith zu erklären versuchen: so müfste man vorher ermitteln, ob eine geringe Menge Kalihydrat die Bildung eines wasserhaltigen Kalksilicat in der Glühhitze bewirken könne. Da der lösliche Theil jener geschmolzenen Masse 11,6 Mal so viel als das wasserhaltige Kalksilicat beträgt: so hätte z. B. der Phonolith-Kegel von *Hohenkrähen* zur Zeit seiner Bildung 6,8 Mal gröfser sein müssen, als jetzt; denn wie in jenem Versuche, so hätte auch in der Natur von der zeolithischen Masse das Nebenproduct durch Gewässer fortgeführt werden müssen. Dieses Wegwaschen des Nebenproducts und die dadurch bewirkte Concentration des zeolithischen und feldspathigen Theils des Phonolith würde an sich nicht schwer zu begreifen sein; denn man brauchte dazu, wie zu allen geologischen Processen, nur einen langen Zeitraum anzunehmen. Aber der schon erwähnte Umstand, die nicht motivirte Existenz von Kalihydrat im Mineralreiche, an welche jene Zeolith-Bildung geknüpft ist, tritt der Annahme einer ähnlichen Bildung der als Bestandtheile von Gebirgsgesteinen auftretenden Zeolithe entschieden entgegen. Vergebens sehen wir uns im Mineralreiche nach einem Hydrat um, welches die Rolle des Kalihydrat spielen könnte; denn Barythydrat, welches die Hydrate der Alkalien vertreten möchte, existirt dort ebenso wenig wie diese. Uebrigens ist auch nicht zu über-

sehen, daſs durch einen so groſsartigen Auslaugeproceſs, wie ihn jene Zeolithbildung voraussetzt, ein groſser Theil der zeolithischen Masse mit fortgeführt werden würde.

Die Bildung der Zeolithe in Blasenräumen, so wie der von Wöhler und Bunsen mit Apophyllit angestellte Versuch (Bd. II. S. 980) beweisen eine solche Fortführung. Auch meine Vermuthung, daſs kaltes Wasser schwerlich ohne alle Wirkung sein werde, hat sich bestätigt; denn ich fand, daſs 1 Th. gepülverter Apophyllit sich in 28802 Th. destillirten Wassers auflöst. Diese Auflösung ist aber mit einer theilweisen Zersetzung verbunden; denn der Rückstand nach dem Abdampfen zerfloſs theilweise und reagirte alkalisch; es war daher das Kalisilicat in Kalicarbonat zersetzt worden. I ist die Zusammensetzung des Rückstandes. II nach Abzug der aufgenommenen Kohlensäure. III die Zusammensetzung des Apophyllit.

	I		II	III
Kieselsäure . . .	19,17		19,17	19,17
Kohlens. Kalkerde .	24,16	Kalk	13,56	9,45
„ „ Kali . .	20,42	Kali	13,92	1,92
Glühverlust . . .	25,83		25,83	5,98
Org. Substanzen *)	10,42			
	100,00			

Obgleich die Analyse des Rückstandes eine unvollkommene war, da er nur 2,4 Gran betrug: so geht doch aus der Vergleichung von II mit III so viel hervor, daſs die Basen des Apophyllit durch die geringe Menge Kohlensäure im destillirten Wasser groſsentheils oder ganz in Carbonate umgewandelt, und daſs deren Basen, namentlich das Kali, in viel gröſserer Menge als die Kieselsäure aufgelöst wurden. Es ist daher zu erwarten, daſs dieser Zeolith durch Einwirkung

*) Die groſse, wenn auch nur aus dem Verluste bestimmte Menge organischer Substanzen kann nicht befremden, da sie sich auch in der Analyse III zu erkennen gab, und da der mit Wasser behandelte Apophyllit bei weitem mehr betrug, als davon aufgelöst wurde. Das Wasser hatte daher wohl den gröſsten Theil der organishen Substanzen aus der ganzen Menge des angewendeten Zeolith ausgezogen.

grofser Quantitäten Wassers gänzlich zersetzt wird, und dafs die Basen mit einem Theile Kieselsäure aufgelöst werden, während ein anderer Theil der letzteren zurückbleibt. Eine fortgesetzte Einwirkung neuer Quantitäten Wassers löst aber auch diese Kieselsäure auf und der Zeolith verschwindet gänzlich.

An die früher (S. 1889 und 1892) angeführten Zersetzungen von Silicaten durch die geringen Mengen Kohlensäure in destillirtem Wasser reiht sich also ein neues Beispiel. Da die Meteorwasser gewifs nicht weniger, und die durch die Dammerde filtrirten Gewässer unzweifelhaft viel mehr Kohlensäure enthalten, als das destillirte Wasser: so wird es immer anschaulicher, dafs der geringe Kohlensäure-Gehalt jener Gewässer kein Hindernifs für die Erklärung grofsartiger Zersetzungsprocesse von Silicaten sein könne. Wir müfsten sogar bezweifeln, dafs im Mineralreiche jemals ein Silicat unzersetzt aufgelöst werden könnte, wenn nicht die Gewässer von ihrer Kohlensäure durch die in oberen Teufen statt findenden Carbonat-Bildungen vollständig befreit und fähig würden, in unteren Teufen des Gebirgsgesteins blofs auflösend zu wirken.

Ob sich bei Wöhler's Versuch der Apophyllit ganz unzersetzt aufgelöst, oder ob auch hierbei eine theilweise Zersetzung statt gefunden habe, ist nicht zu entscheiden; denn es bleibt ungewifs, ob das angewendete Wasser völlig frei von Kohlensäure war, oder ob dieselbe, wenn vorhanden, aus dem sehr heifsen Wasser, ungeachtet des entgegen wirkenden Druckes von 10 bis 12 Atmosphären, ausgetrieben worden war. Eine Wiederholung dieses Versuchs und eine Prüfung des rückständigen Wassers, ob es alkalisch reagirt oder nicht, würde interessant sein. So viel steht jedoch fest, dafs Apophyllit aus seiner Lösung im Wasser, mag sie mit einer theilweisen Zersetzung desselben verknüpft sein oder nicht, wieder herauskrystallisiren kann.

Unsere Versuche, die Löslichkeit und Zersetzbarkeit der Zeolithe im kalten Wasser zu erforschen, mufsten sich vor der Hand blofs auf den Apophyllit beschränken; es ist aber wohl nicht zu bezweifeln, dafs andere Zeolithe ein ähnliches Verhalten zeigen werden.

So lange nicht eine Bildungsart von Zeolithen in erhöhter Temperatur aufgefunden wird, welche als möglich im Mineralreiche gedacht werden kann, bleibt nur die Vorstellung übrig, dafs nicht blofs die Zeolithe in Drusenräumen, sondern auch die zeolithischen Massen, welche als Bestandtheile von Gebirgsgesteinen auftreten, Bildungen auf nassem Wege sind. Jene sind Absätze aus wässrigen Flüssigkeiten *), diese Bildungen auf nassem Wege, mögen sie als solche oder durch Umwandlung gegebenen Materials entstanden sein. Die Möglichkeit, dafs dieses Material eruptiven und selbst feuerflüssigen Ursprungs sein könne, wird dadurch nicht ausgeschlossen.

Die pseudomorphischen Processe beginnen häufig mit der Aufnahme von Wasser (Bd. II. S. 225) und die Zahl der wasserhaltigen Pseudomorphosen ist die vorwaltende (S. 226); damit ist also schon die Möglichkeit der Umwandlung wasserfreier Mineralien in Zeolithe gegeben. Bis jetzt liegt freilich nur ein einziger Fall einer Umwandlung eines wasserfreien Minerals in einen Zeolith, die Umwandlung des Nephelin in Natrolith (Natron - Mesotyp) vor **), aber gerade dieser Fall ist sehr characteristisch, weil der zeolithische Theil der Phonolithe diesem Zeolith ähnlich ist. Nachstehende Analysen von Th. Scheerer setzen uns, da sie mit Eläolithen und Zeolithen von gleichen Fundorten unternommen wurden, in den Stand, das Wesentliche dieser Umwandlung kennen zu lernen.

*) Ausser den schon oben (S. 2147) angeführten Zeolithen, welche sich in Drusenräumen von Phonolithen finden, kommt auch Natrolith in Klüften, Höhlungen, Adern und kleinen Gängen im Phonolith von *Hohenkrähen*, *Hohentwiel*, *Mägdeberg*, *Oberschaffhausen*, *Aufsig*, *Mariaschein*, *Schima*, vom *Fuchsberg* bei *Salesel*, vom *Marienberg* und vom *Kaiserstuhl*-Gebirge vor.

**) Blum Nachtrag II. zu den Pseudomorphosen S. 132.

*) Poggend. Ann. Bd. LXV. S. 278.

	I	II	III	IV	V	VI
Kieselsäure .	44,45	45,23	45,55	47,97	48,12	47,86
Thonerde . .	31,92	32,66	32,00	26,66	26,96	26,62
Eisenoxyd . .	1,10	0,56	1,41	0,73	0,22	—
Kalkerde . .	0,28	0,34	Spur	0,68	0,69	—
Natron . . .	15,71	15,71	16,09	14,07	14,23	16,20
Kali	5,17	5,67	5,02	Spur	Spur	—
Wasser . . .	2,07	0,61	0,78	9,77	10,48	9,32
	100,70	100,78	100,85	99,88	100,70	100,00

I Schmutzig-bräunlicher Eläolith aus der Gegend von *Brevig*. Mittel aus drei nahe übereinstimmenden Analysen. II Grüner Eläolith von *Fredriksvärn* in *Norwegen*. Mittel aus zwei nahe übereinstimmenden Analysen. III Brauner Eläolith ebendaher, IV fleischrother, V weifser Spreustein, welche zahlreiche accessorische Gemengtheile des Zirkonsyenit, besonders auf den Inseln des *Langesund-Fjord* bei *Brevig* und in der Umgegend von *Laurvig* und *Fredriksvärn* sind. Sie unterscheiden sich nur dadurch von einander, dafs die gefärbte Varietät eine geringe Menge amorphes Eisenoxyd interponirt enthält. Nach Blum sind nun diese Spreusteine nichts anderes als Pseudomorphosen nach Eläolith *). VI Theoretische Zusammensetzung des Natrolith.

Man sieht, dafs bei dieser Umwandlung aus I, II oder III ein Theil der Thonerde und des Eisenoxyd, das Kali aber bis auf eine Spur ausgeschieden und dagegen Wasser aufgenommen wurden. Eine approximative Rechnung zeigt, dafs

*) Nach Scheerer (Berg- und hüttenmännische Zeit. 1853. S. 270) soll indefs dieser Spreustein von plutonischer Entstehung sein, während die Krystallisation des in neuen Eruptivgesteinen vorkommenden Natrolith aus wässrigen Flüssigkeiten wohl kaum zweifelhaft ist. Wir machen dagegen nur die Bemerkung, dafs die grünen und braunen Farben der Eläolithe von *Fredriksvärn*, nach ihm, durch Glühen verschwinden und mithin organischen Ursprungs sind. Nimmt man es auch nicht so streng mit dem flüchtigen Wasser in feuerflüssigen Massen: so, dünkt uns, mufs man es doch etwas strenger mit den organischen Substanzen nehmen; denn ein zweiter Hall mufs noch auferstehen, welcher zeigt, dafs auch diese unter Druck der Hitze widerstehen.

auch ein Theil des Natron ausgeschieden wurde, und dafs durch diese Ausscheidungen die Kieselsäure relativ zugenommen hat. Die Zunahme der Kalkerde rührt wahrscheinlich von den Gewässern her, welche den Umwandlungsprocefs bewirkt und Kalkcarbonat als unwesentlichen Bestandtheil abgesetzt haben. Dieser pseudomorphische Procefs ist sehr interessant, weil in ihm, allen bisherigen Erfahrungen entgegen, Kali ausgeschieden wird, und Natron zurückbleibt, oder doch nur eine geringe Menge davon fortgeht.

Die Umwandlung des Eläolith in Natrolith scheint keine Seltenheit zu sein. Der sehr schwankende Wassergehalt der Eläolithe, welcher in I bis auf 2,07 Proc. steigt, die in I im Vergleiche mit II und III geringere Menge Thonerde, und die im Vergleiche mit II gleichfalls geringere Menge Kali deuten eine schon begonnene Umwandlung in eine zeolithische Substanz an. Eine solche tritt noch mehr hervor, wenn man II mit C. G. Gmelin's *) Analyse des grünen Eläolith von *Laurvig* vergleicht; denn in dieser beträgt die Thonerde 2 Proc. mehr als in II, und das Wasser nur 0,6 Proc. Der von diesem Chemiker untersuchte Eläolith war daher weniger zersetzt als II.

Einen Procefs, die gegenseitige Zersetzung von Kalisilicaten durch Chlornatrium, wodurch diese Silicate in Natronsilicate umgewandelt werden können, haben wir kennen gelernt (Bd. II. S. 987). Da Kochsalz in Gewässern kaum jemals fehlt: so ist es möglich, dafs im vorliegenden Falle nicht die Kalisilicate, sondern die aus ihnen hervorgegangenen Natronsilicate fortgeführt wurden. Die gleichzeitige Ausscheidung eines Alkali mit Thonerde berechtigt übrigens zu der Vermuthung, dafs beide in Verbindung aus der Mischung traten **) und um so mehr, da bei der Umwandlung des Eläo-

*) Schweigg. Journ. Bd. XXXVI. S. 84.

**) Kali kann sich mit Thonerde in einem bestimmten Verhältnisse, 47,87 des ersteren mit 51,13 der letzteren, verbinden (Unverdorben in Poggend. Ann. Bd. VII S. 323), und diese Verbindung ist sogar der Krystallisation fähig (Fremy Compt. rend. T. XV. P. 1106). Sehr nahe in diesem Verhältnisse werden Kali und Thonerde aus dem Eläolith bei seiner Umwandlung in Na-

lith in Natrolith ein Theil des Thonerdesilicat und die fast ganze Menge des Kalisilicat mit Zurücklassung der Kieselsäure zersetzt, mithin Thonerde und Kali nicht als Silicate fortgeführt wurden. Ueberdiefs wird diese Vermuthung durch die Leichtlöslichkeit des Thonerde-Kali in Wasser unterstützt. Ist unsere Ansicht richtig: so wurde auch das theilweise aus der Mischung getretene Natron als Thonerde-Natron ausgeschieden, und es wurde das Kali wohl nur defshalb in gröfserer Menge als das Natron von der Thonerde ergriffen, weil es eine stärkere Base als dieses ist.

Als 100 Th. künstlich dargestelltes einfach kieselsaures Natron (im wasserfreien Zustande berechnet), in der 11,5fachen Menge Wassers gelöst, mit künstlich dargestellter wasserhaltiger kieselsaurer Thonerde, bestehend aus 1 At. Thonerde und 3 At. Kieselsäure, in gelinder Wärme bis zur Trockne digerirt, und hierauf die trockne Masse mit kaltem Wasser ausgelaugt wurde, bis sich nichts mehr auflöste, fanden sich in dieser Flüssigkeit 0,55 Th. Thonerde, aufgelöst, War die Thonerde als Silicat aufgelöst: so betrug die Menge desselben 2,0 Th. Ob diefs der Fall war, ist nicht ermittelt worden.

Als eine unbestimmte Menge Thonerdesilicat mit einer Lösung von kieselsaurem Kali, welches jeden Falls viel mehr als jenes Silicat betrug, bis zum Eintrocknen der Masse digerirt wurde, löste sich der Rückstand vollständig in Wasser auf. Dieses Verhalten veranlafste, den Versuch mit bestimmten Quantitäten zu wiederholen. Es wurden 100 Th. kieselsaures Kali, in der 3,4fachen Menge Wassers aufgelöst, mit 16 Th. kieselsaurer Thonerde (beide Silicate im wasserfreien Zustande berechnet) gelinde erwärmt, wodurch letztere gleichfalls vollkommen aufgelöst wurde. Als aber Wasser zugesetzt wurde, schied sich wieder kieselsaure Thonerde aus, die sich auch nach anhaltendem Sieden der Flüssigkeit nicht mehr auflöste. Der Rückstand wurde nun so lange mit kaltem Wasser ausgelaugt, als noch etwas aufge-

tron-Mesotyp ausgeschieden. Führen Gewässer ein solches Thonerde-Kali fort: so wird es bald durch Kohlensäure zu Thonerdehydrat zersetzt. Vielleicht dafs Diaspor, Gibbsit u. s. w. auf diese Weise entstanden sind.

nommen wurde. In dieser Lösung fanden sich 0,62 Pr. Thonerde.

Aus beiden Versuchen ergiebt sich, dafs wässrige Lösungen von kieselsauren Alkalien geringe Quantitäten Thonerde aus kieselsaurer Thonerde aufzulösen vermögen. Der zweite Versuch zeigt aber, dafs eine concentrirte Lösung von kieselsaurem Kali in gelinder Wärme eine bei weitem gröfsere Menge kieselsaurer Thonerde auflösen kann, als eine kalte und verdünnte Lösung.

Man hat daher keinen Grund zu zweifeln, dass auch im Mineralreiche einem Gesteine, welches kieselsaure Thonerde enthält, durch Gewässer, die kieselsaure Alkalien enthalten, Thonerde entzogen und in Lösung fortgeführt werden wird. Man kann sich auch kein Hindernifs denken, dafs diese Lösung nicht auch dann noch statt finden sollte, wenn die kieselsaure Thonerde mit kieselsauren Alkalien, wie im Feldspath, verbunden ist; denn diese kieselsauren Alkalien können ja nur die Auflösung der Thonerde durch die in Gewässern gelösten kieselsauren Alkalien befördern. Man bemerke ferner, dafs die zu vorstehenden Versuchen angewandte kieselsaure Thonerde dasselbe Mischungsverhältnifs hatte, wie man es im Orthoklas annimmt. Man begreift daher, wie unter den angeführten Umständen Flüssigkeiten entstehen, welche kieselsaure Alkalien und Thonerde aufgelöst enthalten, und man begreift die Möglichkeit, wie aus solchen Gewässern Feldspath herauskrystallisiren kann.

Eine Lösung von kohlensaurem Kali, selbst in der Siedhitze mit kieselsaurer Thonerde behandelt, löst auch nicht eine Spur von letzterer auf. Die in Gewässern gelösten kohlensauren Alkalien können also nicht dieselbe Wirkung wie kieselsaure Alkalien hervorbringen.

Da sich Zeolithe in Zeolithe umwandeln (Bd. II. S. 945) und seitdem noch eine Pseudomorphose von Prehnit nach Laumontit aufgefunden wurde *), und da solche und wahrschein-

*) Blum die Pseudomorphosen S. 100 und 104. Nachtrag I. S. 60. Grandjean Jahrb. des Vereins f. Naturk. im Herz. Nassau H. VII. S. 218. F. Sandberger Jahrb. f. Min. u. s. w. 1851. S. 156. Blum's Nachtrag II. S. 45.

lich noch andere Umwandlungen in den zeolithischen Massen der Phonolithe und anderer Gebirgsgesteine gewifs statt gefunden haben, und noch statt finden: so hat man in diesen Massen wohl schwerlich nur diese oder jene Zeolith-Species, sondern Gemenge verschiedener Species zu suchen. Zur Individualisirung scheint es erst in Drusenräumen, Klüften und Gängen, in welche wasserhaltige Silicate geführt werden, zu kommen.

Während bei der Umwandlung des Eläolith in Natrolith Wasser aufgenommen wird, verschwindet dieses theilweise wieder bei der Umwandlung dieses Zeolith in Prehnit. Die Umwandlungen obiger Zeolithe in Prehnit haben das mit einander gemein (S. 946), dafs Kalkerde aufgenommen und ein Theil des Wassers abgeschieden wird. Im Natron-Mesotyp und im Analcim wird das Natron, im Laumontit und Leonhardit ein Theil der Thonerde durch Kalkerde ersetzt. Diese Pseudomorphosen sind überaus merkwürdig, da sie die einzigen sind, in denen die Kalkerde die verdrängende Substanz ist, während umgekehrt alle Mineralien, welche Kalksilicate enthalten, ihre Kalkerde theilweise oder ganz verlieren, wenn sie Umwandlungs- und Zersetzungsprocessen erliegen. Diese entgegengesetzten Processe zeigen auf eine auffallende Weise das merkwürdige Spiel der Affinitäten im Mineralreiche.

Schwefelsaurer Kalk und Chlorcalcium zersetzen Natronsilicate, wodurch Kalksilicate und schwefelsaures Natron oder Chlornatrium gebildet werden *). Ein Gyps-haltiges Wasser, welches mit Natron-Mesotyp oder Analcim in Berührung kommt, würde daher die Natronsilicate dieser Zeolithe in Kalksilicate umwandeln, während das Natron als Sulphat fortgeführt würde.

Um zu ermitteln, ob diese Kalksalze auch Thonerdesilicate zersetzen, und auf diese Weise Kalksilicate gebildet werden, wurde, durch Zersetzung von Alaun mittelst kieselsauren Natrons, dargestelltes und vollkommen ausgewaschenes Thonerdesilicat mit einer Lösung von Chlorcalcium bei sehr gelinder Wärme digerirt. Ammoniak trübte die abfiltrirte

*) Auch die borsaure Kalkerde im Datolith kann eine Bildung von Kalksilicaten bewirken (Bd. II. S. 946).

Flüssigkeit, und bald hierauf fiel Thonerde nieder. Der Rückstand wurde ausgewaschen, bis salpetersaures Silberoxyd nicht mehr trübte, und hierauf mit Salzsäure digerirt. Nachdem aus der abfiltrirten Flüssigkeit die Thonerde durch Ammoniak niedergeschlagen worden, wurde sie durch oxalsaures Ammoniak stark getrübt. Das Thonerdesilicat war demnach durch Chlorcalcium theilweise zersetzt, und Chloraluminium und Kalksilicat gebildet worden.

Als das Thonerdesilicat für sich mit Wasser digerirt, und die abfiltrirte Flüssigkeit mit Ammoniak versetzt wurde, zeigte sich erst nach einiger Zeit eine äussert schwache Trübung, welche der Schwerlöslichkeit dieses Silicats entspricht (Bd. I. S. 802). Die im vorhergehenden und in den folgenden Versuchen angewandten Kalksalze waren ganz frei von Thonerde. Die durch Behandlung des Thonerdesilicat mit diesen Kalksalzen erhaltenen Niederschläge und Trübungen, so wie die Kalkerde in den Rückständen, welche so lange ausgewaschen wurden, als sich noch eine Reaction auf die angewandten Kalksalze zeigte, rührten daher unzweifelhaft von einer theilweisen gegenseitigen Zersetzung her *). Die Reaction auf das Kalksilicat in den Rückständen war stärker, als auf Thonerde, weil oxalsaures Ammoniak ein empfindlicheres Reagens als Ammoniak ist. Thon aus der Braunkohlen-Formation, welcher vorher sorgfältigst ausgewaschen worden, wurde als natürliches Thonerdesilicat angewandt. Die Rückstände von der Behandlung dieses Thons mit Kalksalzen wurden nicht geprüft, da die Thone selten ganz frei von Kalksilicaten sind. Nachstehend die Resultate dieser Versuche, welche zwei- bis dreimal angestellt wurden:

	I	II	III	IV
Thonerde in der Lösung	reichlicher Niederschlag	etwas weniger als in I	etwas weniger als in II	Spuren
Kalk im Rückstande	reichlicher Niederschlag	etwas weniger als in I		

*) Da die Prüfung der abfiltrirten Flüssigkeiten auf Thonerde mit-

I Thonerdesilicat mit schwefelsaurem Kalk uud Wasser eine Stunde lang digerirt. II Thonerdesilicat mit Chlorcalcium-Lösung einige Stunden lang digerirt; die Flüssigkeit wurde nach 48 Stunden abfiltrirt und geprüft. III Thon mit Chlorcalcium-Lösung, desgleichen. IV Thon mit schwefelsaurem Kalk und Wasser, desgleichen.

Hieraus ergiebt sich, daſs Thonerdesilicat durch schwefelsauren Kalk in gröſserer Menge, als durch Chlorcalcium, und umgekehrt, daſs Thon in gröſserer Menge durch Chlorcalcium als durch schwefelsauren Kalk zersetzt wurde. Da indeſs die Substanzen nicht abgewägt, sondern nur ungefähr in gleichen Quantitäten angewendet wurden: so kann auf diese Unterschiede kein Gewicht gelegt werden. So viel ist gewiſs, daſs künstliches Thonerdesilicat leichter und in gröſserer Menge, als natürliches zersetzt wird. Hier, wie bei allen Silicaten, zeigt sich, wie dieselben mit zunehmendem Alter immer unlöslicher und schwieriger zersetzbar werden. Eine lang anhaltende Einwirkung der Kalksalze auf Thonerdesilicate scheint den Grad der Zersetzung nicht zu erhöhen. Der Versuch II gab anscheinend dasselbe Resultat, nachdem Thonerdesilicat und Chlorcalcium nur zwei Stunden auf einander gewirkt hatten.

Vorstehende Zersetzungsprocesse sind von groſser Wichtigkeit, weil sie uns mit einer Bildungsart von Kalksilicaten aus Materialien vertraut machen, welche zu den verbreitetsten gehören. Da in den sich unmittelbar in das Meer ergieſsenden Strömen der schwefelsaure Kalk, nächst dem kohlensauren Kalk, in gröſster Menge vorhanden ist (Bd. II. S. 1524): so muſs er in den, durch Gebirgsgesteine filtrirenden Gewässern durchschnittlich gleichfalls in gröſster Menge vorkom-

telst Ammoniak in verschlossenen Gefäſsen vorgenommen wurde: so konnte kohlensaurer Kalk keinen Antheil an den Trübungen und Niederschlägen nehmen. Die Flüssigkeiten trübten sich meist sogleich, wenn auch manchmal sehr schwach; flockige Niederschläge entstanden erst nach einiger Zeit. Da überschüssiges Ammoniak etwas Thonerde auflöst: so war die Menge, welche gefällt wurde, doch stets gröſser als die, welche sich wieder auflöste.

men. Das Wasser, welches die in manchen Gegenden so sehr verbreiteten, kohlensaure Alkalien haltenden und deſshalb gypsfreien Quellen den Flüssen zuführen, erscheint daher als eine verschwindende Gröſse gegen die Gewässer, in denen dieses schwefelsaure Salz vorhanden ist, und um so mehr, da ein Theil desselben in den Flüssen durch die in sie geführten kohlensauren Alkalien zersetzt wird.

Chlorcalcium gehört zu den selteneren und in nur sehr geringen Mengen vorkommenden Bestandtheilen der Fluſswasser; es findet sich jedoch in manchen Quellen (Bd. I. S. 642 und Bd. II. S. 1690 ff.). Daher können auch auf Kosten dieses Salzes locale Bildungen von Kalksilicaten gedacht werden.

Thonerdesilicate sind unter allen Silicaten die bei weitem am meisten verbreiteten; denn sie sind Bestandtheile derjenigen Mineralien und Grundmassen, welche krystallinische wie sedimentäre Gebirgsgesteine vorzugsweise zusammensetzen; sie sind ferner die Hauptbestandtheile der durch Zersetzung dieser Gesteine entstandenen Thone. Wo daher Thonerdesilicate mit Gewässern, welche schwefelsauren Kalk oder Chlorcalcium enthalten, in Berührung kommen, da ist die Möglichkeit einer Bildung von Kalksilicaten gegeben.

Die Annahme von Zersetzungsprocessen im Mineralreiche gewinnt um so mehr an Wahrscheinlichkeit, wenn es gelingt, alle daraus hervorgehende Zersetzungsproducte nachzuweisen. Die Thonerde gehört zu den seltenen und meist nur in Spuren vorkommenden Bestandtheilen der Quellen. In denselben wird man sie jedoch häufiger finden, wenn man das ausgeschiedene Eisenoxyd darauf sorgfältigst prüft. In vielen Flüssen hat man sie, wenn freilich nur in Spuren nachgewiesen *). In welchen Verbindungen sie in diesen Gewässern enthalten ist, kann man nicht ermitteln; eine sehr bedeutende Menge schwefelsaurer Thonerde fand sich jedoch in der Soole XII (S. 1692). In Quellen, welche kohlensaure

*) Als aufgelöst in Fluſswassern kann sie freilich nur dann betrachtet werden, wenn das Wasser vor der Analyse sorgfältigst filtrirt worden ist.

Alkalien enthalten, kann dieses schwefelsaure Salz natürlich nicht vorhanden sein.

Schwefelsaure Thonerde findet sich im Aluminit, Haarsalz, im Kali-, Natron-, Ammoniak-, Eisen-, Mangan- und Talkerde-Alaun und im Pissophan. Sind diese schwefelsauren Salze gewifs in vielen Fundorten, namentlich in Braunkohlenlagern, im Alaunschiefer u. s. w., Zersetzungsproducte von Eisenkies und Thon: so ist doch wenig wahrscheinlich, dafs die im Thonschiefer, Trachyt, Glimmerschiefer, Feldsteinporphyr u. s. w. vorkommende schwefelsaure Thonerde denselben Ursprung habe, sondern es ist wahrscheinlicher, dafs sie ein Zersetzungsproduct von Thonerdesilicaten und Gyps sei. Ein so leichtlösliches Salz, wie die schwefelsaure Thonerde, kann übrigens nur unter besonders günstigen Bedingungen zum Absatze gekommen sein.

Kohlensaure Alkalien und kohlensaurer Kalk *) fällen aus der wässrigen Lösung der schwefelsauren Thonerde Thonerdehydrat. Das Zusammentreffen dieses schwefelsauren Salzes, welches das einzige in Gewässern nachgewiesene, leichtlösliche Thonerdesalz ist, mit jenen Carbonaten erklärt auf die einfachste Weise die Bildung der natürlichen Thonerdehydrate. Mag die Zersetzung der schwefelsauren Thonerde durch kohlensaure Alkalien oder durch Kalkbicarbonat erfolgen, die entstehenden schwefelsauren Salze werden durch die Gewässer fortgeführt. Da in vielen Quellen schwefelsaure Alkalien neben kohlensauren Alkalien, und in vielen anderen schwefelsaurer Kalk neben kohlensaurem Kalk vorkommen:

*) Fuchs (Jahrb. f. Chemie Bd. LXII. S. 190) zeigte, dafs kohlensaurer Kalk (Kreide, Kalkspath u. s. w.) Chloraluminium aus seiner wässrigen Lösung niederschlägt. Es war daher zu erwarten, dafs auch eine wässrige Lösung von Kalkbicarbonat diese Fällung bewirken würde. Auf eine nette Weise kann man diefs wahrnehmen, wenn man in eine solche Lösung einen Alaunkrystall hängt und das Gefäfs verschliefst. Sogleich steigen von den Ecken und Kanten des Krystalls Gasbläschen auf, die unter demselben befindliche Flüssigkeit trübt sich, und Thonerdehydrat setzt sich ab. Da der entstehende schwefelsaure Kalk kaum halb so viel Wasser zur Lösung fordert, als das Kalkbicarbonat: so bleibt jenes Salz in Lösung.

so können in manchen dieser Quellen die schwefelsauren Salze durch eine solche Zersetzung aus den kohlensauren Salzen entstanden sein. Es hat wenigstens keinen Anstand, die supponirte Bildung von Thonerdehydrat für eine wirkliche zu halten.

Das Vorkommen des Diaspor mit Glimmer und eingewachsen in schwärzlichgrünen, also wahrscheinlich Magnesiaglimmer, auf kleinen Gängen im Chloritschiefer bei *Kassoibrod* unfern *Polewskoi* am *Ural* *) und des Hydrargyllit im Talkschiefer zu *Achmatowsk* bei *Slatoust* am *Ural* **), deuten auf Beziehungen zwischen diesen Thonerdehydraten und den Magnesiasilicaten dieser Schiefer. Die grofse Neigung der Magnesia, sich mit Kieselsäure zu verbinden, die überaus schwierige Zersetzbarkeit der Magnesiasilicate durch Agentien, welehe so leicht Kalksilicate zersetzen, führen zu der Vermuthung, dafs Thonerdesilicate von leichtlöslichen Magnesiasalzen wie von Kalksalzen zersetzt werden. Folgende Versuche, welche auf gleiche Weise und mit denselben Vorsichtsmaafsregeln, wie die obigen mit Kalksalzen, angestellt wurden, bestätigen diese Vermuthung.

	V	VI	VII	VIII
Thonerde in der Lösung	ziemlich reichlicher Niederschlag	fast ebenso viel	weniger als in V	Spuren
Magnesia im Rückstande	reichlicher Niederschlag	viel geringer als in V		

V Thonerdesilicat mit Chlormagnesium eine Stunde lang digerirt. VI Thonerdesilicat mit schwefelsaurer Magnesia, desgleichen. VII Thon mit Chlormagnesium, desgleichen. VIII Thon mit schwefelsaurer Magnesia einige Stunden lang digerirt; die Flüssigkeit wurde nach 48 Stunden abfiltrirt und geprüft.

Die Zersetzung des künstlichen wie des natürlichen

*) Fiedler in Poggend. Ann. Bd. XXV. S. 322.

**) G. Rose Reise nach dem Ural u. s. w. Bd. II. S. 122.

Thonerdesilicat durch Chlormagnesium und durch schwefelsaure Magnesia ist daher unzweifelhaft.

Chlormagnesium findet sich in vielen Quellen (Bd. I. S. 642); daher kann die Bildung von Magnesiasilicaten durch solche Quellen auf Kosten von Thonerdesilicaten, mögen dieselben, wie im Thon, als einfache Silicate, oder in Verbindung mit anderen Silicaten vorhanden sein, gedacht werden. Chloraluminium, welches durch diese Zersetzung entsteht, ist in geringen Mengen in Quellen schwierig nachzuweisen; bemerkenswerth ist aber, dafs dieses Salz von drei Chemikern im Wasser des *Todten Meer* in nicht unbedeutenden Mengen aufgefunden wurde (S. 1541). Der bedeutende Gehalt an schwefelsaurer Magnesia in mehreren Flufswassern (Bd. II. S. 1526) läfst auf ein ebenso häufiges Vorkommen dieses Salzes in den, durch Gebirgsgesteine filtrirenden Gewässern schliefsen, und in vielen Quellen wird es auch gefunden. Die Bedingungen zur Bildung von Magnesiasilicaten sind daher gegeben, und es ist nicht unwahrscheinlich, dafs ein Theil der Magnesiasilicate in jenem Chlorit- und Talkschiefer, in denen Thonerdehydrate vorkommen, ein Product der Zersetzung von Thonerdesilicaten durch Chlormagnesium oder durch schwefelsaure Magnesia ist. Kamen die gebildeten Thonerdesalze mit Gewässern, welche Kalkbicarbonat enthielten, oder mit Kalkspath zusammen: so wurde Thonerdehydrat niedergeschlagen. Das Vorkommen des Diaspor im sogenannten Agalmatholith, der fast reines Thonerdesilicat ist, spricht zu Gunsten einer solchen Bildung dieses Thonerdehydrats.

Auch das Vorkommen wasserfreier Thonerde, des Saphir im Basalt, des Korund im Gneifs und Granit, gestattet auf eine ähnliche Bildungsart zu schliefsen, und um so mehr, da das Auftreten reiner Thonerde in Gesteinen, welche ausser Thonerdesilicate keine anderen Verbindungen dieser Erde enthalten, nur als eine Folge der Zersetzung dieser Silicate gedacht werden kann. So lange nicht andere, als die supponirten Zersetzungsprocesse der Thonerdesilicate bekannt werden, haben diese gewifs die meiste Wahrscheinlichkeit, und nur da, wo sich in der Nähe des Vorkommens der Thonerdehydrate oder der wasserfreien Thonerde Eisenkiese finden, könnte eine Zersetzung der Thonerdesilicate durch die

sich bildende Schwefelsäure und eine Fällung der Thonerde aus der, auf diese Weise entstandenen schwefelsauren Thonerde durch kohlensaure Alkalien oder durch kohlensauren Kalk angenommen werden.

Dafs Beziehungen zwischen Thonerdehydrat und reiner Thonerde statt finden, dafs letztere wahrscheinlich aus ersterem hervorgegangen ist, zeigt der fein eingesprengte Schmirgel in dem Chloritschiefer, in welchem der Diaspor gefunden wurde *), so wie auch der in diesem Schiefer in geringer Menge vorkommende Korund **).

Da Chlormagnesium, schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia, nächst Chlornatrium, die Hauptbestandtheile des Meerwassers sind, und Thonerdesilicate theils schwebend in ihnen, theils auf dem Meeresgrunde vorkommen: so sind hier die günstigsten Bedingungen zur Bildung von Kalk- und Magnesiasilicaten gegeben. Da aber Chloraluminium wie schwefelsaure Thonerde durch Kalkbicarbonat zersetzt werden: so können jene Thonerdesalze nicht neben diesem Carbonat, mag es im Meerwasser aufgelöst oder auf dem Meeresgrunde in fester Form vorhanden sein, existiren; sondern es bilden sich durch gegenseitige Zersetzung schwefelsaurer Kalk und Chlorcalcium, und Thonerde wird als Hydrat ausgeschieden. Forchhammer fand (Bd. II. S. 1564) das Meerwasser reicher an Kalkerde und ärmer an Magnesia da, wo der Meeresgrund aus Thonmergel besteht und gleichzeitig Thonerdesilicat und kohlensauren Kalk enthält. Vielleicht rührt dieses Verhältnifs davon her, dafs die Magnesiasalze im Meerwasser bei weitem mehr betragen, als der schwefelsaure Kalk, und dafs daher jene auch in gröfserer Menge als dieser durch vorhandene Thonerdesilicate zersetzt werden. Dazu kommt, dafs die gebildete schwefelsaure Thonerde vom kohlensauren Kalk, unter Abscheidung von Thonerdehydrat, in schwefelsauren Kalk umgewandelt und daher das, was von diesem Salze zersetzt wurde, wieder ersetzt wird. Das Chloraluminium, welches durch gegenseitige Zersetzung von Chlormagnesium und Thonerdesi-

*) G. Rose a. a. O. Bd. I. S. 248. Fiedler fand im, aus Korundkörnern bestehenden Schmirgel einige Stücke Diaspor.

**) Ebend. S. 151 und 256.

licat entsteht, wird vom kohlensauren Kalk, unter Abscheidung von Thonerdehydrat, in Chlorcalcium umgewandelt, und dieses wird durch die schwefelsaure Magnesia des Meerwassers in schwefelsauren Kalk und Chlormagnesium zersetzt. Während daher sowohl schwefelsaure Thonerde als Chloraluminium durch diese Zersetzungen schwefelsauren Kalk liefern, wird blofs durch die letztere Zersetzung Chlormagnesium restituirt. Hieraus wird ersichtlich, wie in Folge dieser Zersetzungsprocesse das Meerwasser reicher an Kalkerde und ärmer an Magnesia wird *).

Schon früher (Bd. II. S. 779) haben wir mögliche Processe aufgesucht, die Bildung von Kalksilicaten zu begreifen. Alkalische Silicate werden durch schwefelsauren Kalk und durch Chlorcalcium in Kalksilicate umgewandelt. Die obigen Versuche haben dargethan, dafs auch Thonerdesilicate durch diese Kalksalze theilweise zersetzt werden. Diese Zersetzung hat eine viel gröfsere geologische Bedeutung als jene; denn die Gegenwart von alkalischen Silicaten in Gewässern ist blofs eine, wenn auch noch so wahrscheinliche Annahme, die Thonerdesilicate kommen dagegen in enormen Massen vor: sie erscheinen als die Hauptbestandtheile der Zersetzungsproducte aller Silicatgesteine, und sie sind es, welche in den schwebenden Theilen der Flüsse dem Meere in gröfster Menge zugeführt werden.

Da Chlorcalcium dem Meerwasser fehlt: so kann nur der schwefelsaure Kalk desselben die Bildung von Kalksilicaten veranlassen. Zu dem schon bekannten Processe, wodurch der dem Meere in so grofsen Mengen zugeführte schwefelsaure Kalk zersetzt wird (Bd. II. S. 1556), kommt daher ein neuer, der aber die Menge dieses Salzes im Meerwasser nicht vermindert, sondern sie auf Kosten der Magnesiasalze sogar noch vermehrt.

Die Bedeutung der Thonerdesilicate als Zersetzungsmittel der schwefelsauren Kalkerde im Meerwasser steigert sich noch dadurch, dafs diese Silicate durch Zersetzung des Chlor-

*) Es ist sehr zu wünschen, dafs diese Verhältnisse durch directe Versuche mit Meerwasser, dem man Thonerdesilicat und kohlensauren Kalk zusetzt, aufgeklärt werden.

magnesium in diesem Wasser auch die Bildung von Magnesiasilicaten bewirken. Diese wie die Kalksilicate können daher in den Thonmassen auf dem Grunde des Meeres entstehen, und dafs beide Silicate wirklich entstehen, zeigen die Absätze unter *Amsterdam*, welche sich jeden Falls im Meere abgelagert haben. Die Analysen dieser Absätze (II bis IV S. 1627) geben, bis auf 3,05 Proc. Kalk und 5,19 Proc. Magnesia steigende Mengen an, die als Silicate vorhanden sind. Von den so leicht zersetzbaren Kalksilicaten ist keineswegs zu vermuthen, dafs sie in den schwebenden Theilen der Flüsse dahin geführt werden konnten, wo wir sie finden. Sollten auch Kalksilicate in diese Flüsse gelangt sein: so würden sie auf dem langen Wege, den sie im fein zertheiltesten Zustande, getragen vom Wasser, machen mufsten, durch die Kohlensäure in demselben und in der atmosphärischen Luft in kohlensauren Kalk und Kieselsäure unzweifelhaft zersetzt worden sein. Ersterer würde sich ganz gewifs, letztere wahrscheinlich im Wasser gelöst haben. Die Kalksilicate in jenen Absätzen sind daher entschieden neue Bildungen, und wären wir nicht mit Processen vertraut geworden, wodurch sie gebildet werden können: so müfsten wir nothwendig auf solche schliefsen. Bemerkenswerth ist, dafs die Magnesiasilicate in jenen Absätzen durchgängig mehr als die Kalksilicate betragen. Entweder hat sich dieses Verhältnifs bei ihrer Bildung herausgestellt, wofür die oben angeführten Bedingungen, wonach mehr Magnesiasilicate als Kalksilicate entstehen müssen, spricht, oder ein Theil der Magnesiasilicate setzte sich als solche ab; denn nach Bd. I. S. 789 werden diese Silicate viel schwieriger als die Kalksilicate zersetzt. Magnesiasilicate konnten daher auf langem Wege mehr oder weniger unzersetzt vom Wasser der Flüsse fortgeführt werden.

Recapituliren wir die betrachteten Processe: so ergiebt sich, wie durch eine Reihe von Zersetzungsprocessen kohlensaurer Kalk in Meeresabsätzen in kieselsauren Kalk umgewandelt wird. Der noch vorhandene kohlensaure Kalk in den Absätzen unter *Amsterdam* erscheint daher als der Rest von dieser Umwandlung, welche so lange fortschreiten kann, als noch kohlensaurer Kalk vorhanden ist. Es ergiebt sich ferner, dafs durch diese Processe die Menge der Thonerde in

den Meeresabsätzen nicht abnimmt; denn es wandelt sich blofs ein Theil der kieselsauren Thonerde in Thonerdehydrat um. In der That, der Umstand, dafs die natürlichen Silicate nur von concentrirter Schwefelsäure vollkommen, von anderen Säuren blofs theilweise zersetzt werden, spricht dafür, dafs sie Gemenge aus Thonerdesilicat und Thonerdehydrat seien. Für solche werden sie auch von mehreren Chemikern gehalten.

Es würde sehr unlogisch sein, wenn man den in so grofsen Quantitäten im Meerwasser vorhandenen Kalk- und Magnesiasalzen ein inactives Verhalten zuschreiben wollte, während man so deutlich sieht, wie die bei weitem geringeren Quantitäten dieser Salze in den, das Gebirgsgestein durchdringenden Gewässern so mannigfaltige Zersetzungen und neue Bildungen hervorbringen. Man könnte es mit einer weisen Anordnung in allen Dingen nicht vereinigen, wenn dem Meere nur immerfort Salze zugeführt würden, ohne dafs sie eine Verwendung zur Bildung neuer Mineralsubstanzen erhielten; denn in diesem Falle würden sie sich endlich so anhäufen, dafs das organische Leben gefährdet werden müfste.

Die Pseudomorphosen von Feldspath nach Zeolithen zeigen, dafs sich Zeolithe auch in wasserfreie Mineralien umwandeln können. Auf diese Pseudomorphosen wurde schon im Vorworte zur ersten Abtheilung des zweiten Bandes Bezug genommen. Haidinger *) machte auf diese höchst merkwürdigen Umwandlungen zuerst aufmerksam. Pseudomorphosen von Feldspath nach Laumontit finden sich in Höhlungen der Trappgesteine der *Kilpatrick Hills* bei *Dunbarton* in *Schottland*. Im Innern erscheinen die Krystalle ziemlich rein blafs fleischroth; aber die Linie zwischen der äussern und innern Krystallrinde ist oft deutlich schmutzig grün und zeigt noch den Platz der Oberfläche der ursprünglichen Laumontit-Krystalle, welche erst nach und nach durch die neu gebildeten kleinen Feldspathkrystalle ersetzt wurden. Der mittlere Raum ist entweder hohl oder von einer dunkelgrünen, dem Steinmark ähnlichen Masse erfüllt.

*) Heft III der Sitzungsberichte der k. Acad. d. W.

Dieser Gegenstand nahm G. Rose's und meine Aufmerksamkeit so sehr in Anspruch, dafs wir sogleich die Laumontite des *Berliner* Mineralien-Kabinets die Revüe passiren liefsen, und gleich beim ersten Blicke ähnliche Veränderungen wahrnahmen *). Die chemische Analyse einiger Fragmente dieser Peudomorphosen unternahm mein Sohn Carl, der damals im Laboratorium von H. Rose arbeitete. Sie war wegen der geringen Menge des Materials nicht ohne Schwierigkeiten und lieferte das Resultat I. Er verknüpfte damit die Analyse eines Feldspath aus einem Erzgange bei *Schemnitz* II, dem wenigstens diejenigen Geologen, welche die Erze für Bildungen auf nassem Wege halten, dieselbe Bildungsart zuschreiben werden.

	I	II
Kieselsäure . . .	62,00	64,00
Thonerde	20,00	18,00
Eisenoxyd	0,64	0,53
Kalkerde	0,60	0,78
Magnesia	Spur	0,31
Kali	16,54	15,43
Natron	1,07	0,79
Blei- und Kupferoxyd	—	0,32
Glühverlust	0,87	0,54
	101,72	100,70

Ungeachtet in I die Kieselsäure weniger und die Thonerde mehr beträgt, als im Orthoklas, welches von etwas beigemengtem, noch nicht vollständig umgewandelten Laumontit herrühren mag, wofür auch der Glühverlust spricht: so berechtigt doch das gegen Natron so sehr vorherrschende Kali zur Annahme, dafs die Pseudomorphose wirklich Orthoklas ist. Der Feldspath II, welcher mit dem von Baveno sehr nahe übereinstimmt, ist entschieden Orthoklas.

Sind im Laumontit die Sauerstoff-Atome der Kieselsäure: Thonerde und Kalkerde = 8 : 3 : 1, kommt dazu ein Kalisilicat, in welchem die Sauerstoff-Atome der Kieselsäure:

*) Jahrb. f. Min. u. s. w. 1850. S. 43.

Kali = 4 : 3 sind: so erhält man, wenn die Kalkerde vom Kali verdrängt (Bd. II. S. 419) und das Wasser ausgeschieden wird, das Sauerstoffverhältnifs 12 : 3 : 3, welches das im Orthoklas ist. Da Kalksilicat durch kohlensaures Kali in Kalisilicat und kohlensaure Kalkerde zersetzt wird (S. 420): so können Gewässer, kohlensaures Kali und Kieselsäure enthaltend, nach Ausscheidung des chemisch gebundenen Wassers, gleichfalls die Umwandlung des Laumontit in Orthoklas bewirken *).

Die Umwandlung des Laumontit in Feldspath scheint gar nicht selten vorzukommen. Grandjean **) fand solche Pseudomorphosen auf Klüften eines, in Zersetzung begriffenen Grünsteins zu *Niederscheld* unfern *Dillenburg*. Nur selten sind die Laumontitkrystalle, welche zerfressen erscheinen, vollständig in Feldspath umgewandelt. Nach F. Sandberger ***) fand sich diese Pseudomorphose auch in Zoll langen Krystallen in einer Druse bei *Oberscheld* in *Nassau*. Ihre physikalischen Eigenschaften entsprechen vollkommen dem Orthoklas.

Haidinger berichtet noch über folgende pseudomorphische Substanzen. 1) Eine dunkel fleischrothe Masse in der Gestalt des Analcim von *Calton Hill* in *Edinburg*. Die Krystalle sind entweder ganz hohl, oder sie enthalten etwas Kalkspath, oder auch eine braune erdige Substanz. 2) Eine Varietät von den *Kilpatrik-Hills*, den kugeligen Gestalten des Prehnit ähnlich.

Die wirkliche Umwandlung des Analcim in gemeinen Feldspath ist unzweifelhaft; denn Breithaupt fand kürzlich, nach gefälliger brieflicher Mittheilung, letzteren in der Form des ersteren im Mandelstein der Gegend von *Dillenburg*.

Das Nachstehende zeigt die Umwandlung des Analcim in Orthoklas:

*) Wem es widersprechend vorkommen sollte, wie gleichsam Wasser durch Wasser verdrängt werden könne, dem darf man nur bemerklich machen, dafs das Eisenoxydhydrat, welches man in Apotheken unter Wasser aufbewahrt, nach langer Zeit allmälig sein Hydratwasser verliert.

**) A. a. O. S. 219.

***) A. a. O. S. 157.

	Analcim			Orthoklas
Kieselsäure	8 At.		+4 =	12
Thonerde	3 „			3
Natron	3 „	—3	+ Kali 3	3
Wasser	6 „	—6		

Nimmt daher der Analcim $\frac{4}{3}$ Kalisilicat auf und scheiden sich Natron und Wasser aus: so wandelt er sich in Orthoklas um. Da Natronsilicat durch kohlensaures Kali in Kalisilicat und kohlensaures Natron zersetzt wird: so können Gewässer, kohlensaures Kali und Kieselsäure enthaltend, den Analcim in Orthoklas umwandeln *). Dasselbe Agens, kohlensaures Kali, welches den Laumontit in Feldspath umwandeln kann, ist daher im Stande, auch die Umwandlung des Analcim in Feldspath zu bewirken.

Von der Zersetzung des Natronsilicat durch kohlensaures Kali kann man sich durch folgenden Versuch leicht überzeugen. Giefst man wässrige Lösungen von einfach kieselsaurem Natron und einfach kohlensaurem Kali zusammen, dampft man die Flüssigkeit zur Trockne ab und setzt Alkohol zur trocknen Masse: so löset dieser nichts vom kohlensauren Alkali auf; er entzieht aber dem kieselsauren Alkali einen Theil des Alkali, indem sich ein saures Silicat abscheidet. Dampft man den abfiltrirten Alkohol zur Trockne ab, neutralisirt man das zurückbleibende Alkali mit Salzsäure und setzt Platinauflösung und Alkohol zu: so fällt Kaliumplatinchlorid nieder; das kohlensaure Kali hatte daher das Natronsilicat zer-

*) Da es kaum einen Orthoklas giebt, der nicht wenigstens Spuren von Natron enthält: so wird nicht alles Natron aus dem Analcim verdrängt werden. Awdejew fand im Analcim aus dem Zirkonsyenit bei *Brevig* nur eine Spur von Kali; ich fand in einem etwas zersetzten Analcim von der *Seifser Alp* eine kaum merkliche Spur; alle übrigen Analysen geben gar kein Kali an. Auffallend ist es daher, dafs Sartorius v. Waltershausen (a. a. O. S. 266.) in reinen Analcimkrystallen von den Cyclopen, neben 7,92 Natron, 4,46 Proc. Kali angiebt. Sollten solche kalihaltige Analcime ein verbreitetes Vorkommen haben: so würden diese noch leichter einer Umwandlung in Feldspath unterliegen.

setzt. Der von der Behandlung mit Alkohol übrig gebliebene, aus kohlensauren und kieselsauren Alkalien bestehende Rückstand in Wasser gelöst giebt keine klare Lösung: zum Beweise, dafs ein saures Silicat entstanden war.

Da sich Laumontit, Analcim, Leonhardit und Natrolith in Prehnit umwandeln können, und nach Haidinger's Andeutung Prehnit einer Umwandlung in Feldspath fähig ist (welche Umwandlung jedoch noch näher zu constatiren ist): so tritt die chemische Möglichkeit hervor, dafs auch andere, in ihrer Zusammensetzung dem Laumontit, Prehnit und Analcim ähnliche Zeolithe, sei es unmittelbar oder mittelbar, in Feldspath übergehen können *). Wie diese, so sind auch Leonhardit, Stilbit, Heulandit und Edingtonit Doppelsilicate aus Thonerde und Kalkerde. Der Analcim ist ein Doppelsilicat aus Thonerde und Natron. Da sich jene wie diese Doppelsilicate in Feldspath umwandeln können: so liegt die Wahrscheinlichkeit vor, dafs auch Faujasit, Epistilbit, Chabasit, Mesotyp und Thomsonit, in denen Kalk- und Natronsilicate vorkommen, und ebenso Phillipsit, in welchem schon Kalisilicat vorhanden ist, einer solchen Umwandlung fähig sind. Beachtet man, dafs alle diese Zeolithe Thonerdesilicate mit dem Feldspath gemein haben, dafs ihre anderen Silicate so leicht durch kohlensaures Kali zersetzt werden, und dafs sie ganz frei von Eisen sind, oder doch nur Spuren davon enthalten: so wächst immer mehr die Wahrscheinlichkeit einer wirklichen Umwandlung dieser Zeolithe in Feldspath.

Es ist von grofser Wichtigkeit, die Möglichkeit erkannt zu haben, dafs ebenso wie in Drusenräumen, so auch im Gebirgsgesteine zeolithische Substanzen in wasserfreien Feldspath umgewandelt werden können. Ein Gestein, wie der Phonolith, von dem es gewifs ist, dafs die Veränderung, welche er in seiner Zersetzungs-Rinde zeigt, in einer allmäligen Verminderung seines zeolithischen Theils besteht, kann früherhin ganz aus wasserhaltigen Mineralien bestanden haben, und aus diesen kann der feldspathige Theil hervor-

*) Nach Grandjean (a. a. O. S. 216) scheinen Umwandlungen des Laumontit in Chabasit, so wie des Chabasit und Prehnit in Haulandit statt zu finden.

gegangen sein. Schreitet diese Veränderung, wie es der Phonolith vom *Rothenberg* (II) so deutlich zeigt, in allen Phonolithen ununterbrochen fort: so wird eine Zeit kommen, wo sie blofs aus einem Feldspath-Gestein, bestehen werden.

Was vom Phonolith gilt, das hat auch Bezug auf andere, zeolithische Gemengtheile enthaltende Gebirgsgesteine (Basalt, Dolerit u. s. w. Bd. I. S. 854). Auch in diesen kann der feldspathige Gemengtheil ein Umwandlungsproduct des zeolithischen sein. Ebenso wie man sich den Mesolith als einen durch Aufnahme von Wasser entstandenen Labrador denken kann, (S. 831), so ist auch umgekehrt dieser als ein durch Verlust von Wasser entstandener Mesolith zu denken.

Vergebens sehen wir uns demnach nach ursprünglichen Mineralien und Gebirgsgesteinen um, vergebens suchen wir den Anfang und das Ende der grofsen Umwandlungs-Reihen im Mineralreiche, und immer mehr schwindet der Unterschied zwischen primären und secundären Bildungen: ein Unterschied, den auch wir im ersten Bande dieses Werkes festzuhalten uns bemüht hatten.

Kapitel II.

Trachytische Gesteine.

Diese Gesteine gehören zu den einfachsten Gebirgsarten; sie sind wesentlich Feldspathgesteine. In den meisten Abänderungen ist glasiger Feldspath der vorwaltende Gemengtheil. In der Grundmasse des Trachyt vom *Drachenfels* glaubte Abich *), in Folge seiner Analyse, einen Feldspath von der Krystallform des Albit, der sich aber durch seinen bedeutenden Gehalt an Kali von der normalen Zusammensetzung unterscheidet, und den er Kali-Albit nannte, zu erkennen; von Dechen **) hält aber dessen Existenz für zweifelhaft. G. Rose ***) fand dagegen in den frischen Abänderungen dieses Trachyts ganz deutliche 2—3 Lin. grofse Krystalle von Oligoklas und nur hier und da einzelne viel gröfsere Krystalle von Feldspath.

Die folgenden Analysen geben, mit Ausnahme von XXIV und XXV Zusammensetzungen, in denen Natron gegen Kali vorherrschend ist; sie können daher, wenn man sich in der Grundmasse dieser Gesteine, zwar nicht mineralogisch nachweisbare, aber doch schon ausgebildete Feldspathsubstanzen

*) Geol. Beobachtungen üb. die vulkan. Erscheinungen und Bildungen in Unter- und Mittel-Italien 1841. S. 29).

**) Geognost. Beschreibung des Siebengebirges in den Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande und Westphalens Jahrg. IX. 1852. S. 289 ff.

***) Nach gefälliger brieflicher Mittheilung.

zu denken hat, nicht blofs aus glasigem Feldspath bestehen, sondern sie müssen auch einen natronreichen Feldspath enthalten. Ob letzterer Oligoklas oder Albit sei, bleibt meist unbestimmt; von letzterem braucht man jedoch keine andere, als die normale Zusammensetzung anzunehmen. Da die Gesteine von rein trachytischer Natur durch Aufnahme gröfserer Mengen Kalk und durch Zunahme des Natron allmälig einen doleritischen Character annehmen: so muss damit eine Zunahme des Natronfeldspath verknüpft sein, und in der That, in den Trachyten dieser Art tritt Oligoklas in Krystallen auf. Hieraus ist aber auf eine gleichzeitige Zunahme dieses Feldspaths in der Grundmasse zu schliefsen. Es wäre des Versuches werth, die trachytischen Gesteine in eine Reihe zu bringen, welche mit den an Kali reichsten und an Natron sowie an Kalkerde und Magnesia ärmsten begänne, und mit den an Natron, Kalkerde und Magnesia reichsten, und an Kali ärmsten schlösse. Die ersten Glieder dieser Reihe würden die an glasigem Feldspath, die letzten die an Oligoklas oder überhaupt an Natronfeldspathen reichsten Trachyte repräsentiren. Diesem Versuche müfste jedoch eine Wiederholung mancher Analysen von Trachyten, wobei der Scheidung des Kali von Natron die gröfste Sorgfalt zu widmen wäre, vorangehen. Erst jetzt, nachdem durch den Fleifs mehrerer Chemiker die Wissenschaft mit einer grossen Zahl von Analysen trachytischer Gesteine bereichert worden, hat sich herausgestellt, wie wichtig für deren Kenntnifs die genaue Bestimmung der relativen Quantitäten der beiden Alkalien ist. Da mehrere dieser Analysen blofs die Summe der Alkalien angeben: so zeigt diefs den geringen Werth, den man früherhin auf die Kenntnifs des Verhältnisses beider Alkalien legte, und diefs läfst vermuthen, dafs man da, wo Kali vom Natron geschieden wurde, nicht immer mit gehöriger Sorgfalt verfuhr.

Wir werden sehen, dafs mit den an Oligoklas reichsten und an glasigem Feldspath ärmsten trachytischen Gesteinen die Reihe noch nicht geschlossen ist. An die Stelle jenes Natronfeldspaths tritt in gewissen Varietäten Labrador, und diefs kann nicht befremden, wenn schon die äusseren Kennzeichen die doleritische Natur erkennen lassen.

Ausser den genannten Feldspathen, welche in mannich-

faltigen Combinationen als wesentliche Gemengtheile die trachytischen Gesteine zusammensetzen, treten in geringen Mengen sehr häufig Hornblende, seltener schwarzer Glimmer *), kaum je fehlend Magneteisen auf. Ein geringer Wassergehalt fehlt wohl in keinem Trachyt **); in den im zersetzten Zustande befindlichen Gesteinen wird er eine merkliche Gröfse.

Wo die chemische Analyse mehr Kieselsäure nachweiset, als die kieselreichsten Feldspathe, nämlich 70 Proc., enthalten, da ist in trachytischen Gesteinen unzweifelhaft Quarz vorhanden. Aber auch in denen, wo die Menge der Kieselsäure bis zu der in den kieselsäureärmsten Feldspathen herabsinkt, kann noch Quarz vorhanden sein. Ein an Oligoklas reicher Trachyt, in welchem der Kieselsäure-Gehalt den in diesem Feldspath = 62,6 nur wenig übersteigt, kann daher noch Quarz enthalten. In einem Labrador haltigen Trachyt kann sich die Grenze, unterhalb welcher kein Quarz mehr zu vermuthen ist, einem Kieselsäure-Gehalt von 53,4 Proc. nähern, und wirklich fand man in einem solchen Trachyt, der nur 58 Proc. Kieselsäure enthielt, noch Quarz. In einigen Trachyten wurde er theils in kleinen Nestern, Trümmern und Drusenräumen, theils eingesprengt meist in Körnern, seltener in Krystallen nachgewiesen.

Die Zahl der Analysen trachytischer Gesteine ist so grofs, dafs es zweckmäfsig erscheint, sie nach ihrem Vorkommen gruppenweise zu ordnen.

Als accessorische Gemengtheile finden sich endlich Titanit, Eisenglanz, Granat, Olivin, Nephelin, Augit und Eisenkies; die beiden letztern sehr selten im *Siebengebirge*. In Drusenräumen kommen vor: Kalkspath, Chabasit und Mesotyp.

An die Trachyte schliefsen sich die Trachyt-Conglome-

*) Der Trachyt des ***Monte Sta Croce*** in ***Roccamonfina*** enthält in grofser Menge kupferrothen Glimmer. Pilla in n. Jahrb. 1845. S. 846. Da dieser erdige Trachyt vollkommen zersetzten Feldspath enthält: so befindet er sich in einem sehr veränderten Zustande; vielleicht dafs die Glimmerblättchen aus diesem zersetzten Feldspath hervorgegangen sind.

**) Durocher Compt. rend. T. XXIV. P. 209.

rate, Trachytporphyre, Perlsteine, Pechsteine, Obsidiane, Bimssteine und Trachyttuffe an.

A. Trachytische Gesteine des *Siebengebirges* und der *Eifel*.

	I	II	II*a*	II*b*
Kieselsäure . .	72,26	67,09	70,22	46,11
Thonerde . . .	13,77	15,63	17,29	4,58
Eisenoxyd . . .	2,72	4,59	0,82	29,88
Eisenhaltige Titansäure . . .	—	0,38	—	2,95
Manganoxyd . .	Spur	—	—	1,22
Kalkerde . . .	0,22	2,25	2,09	3,33
Magnesia . . .	0,20	0,97	0,41	4,66
Kali	4,32	3,56	3,71	1,58
Natron	6,56	5,07	5,62	1,47
Glühverlust . . .	0,46	0,45	—	2,96
	100,51	99,99	100,16	98,74
Sauerst. Quot. . .	0,261	0,333	0,329	0,651
Spec. Gew. . . .	2,631 *) 2,657 **)	2,689 ***)	—	—

I Trachyt von *Berkum*. In einer weifsen, feinkörnigen Feldspathgrundmasse liegen überaus feine Körnchen Hornblende und vielleicht auch Pünctchen von Magneteisen und kleine Parthien glasigen Feldspaths. Naeh dem Zerstofsen einer gröfseren Menge des Gesteins kamen viele ochergelbe Bröckchen zum Vorschein, welche, wahrscheinlich zersetzte Hornblende oder Magneteisen, entfernt wurden. Dieser Trachyt gab beim Austrocknen im Wasserbade kein Wasser. Unzweifelhaft enthält er freie Kieselsäure, obwohl Quarz darin nicht erkennbar ist. Die S. 2137 erwähnte, in Klüften dieses Trachyt vorkommende Masse besteht aus

*) Vom alten Steinbruch.

**) Vom Dom-Steinbruch.

***) Ohne glasigem Feldspath.

Kieselsäure . . .	47,99
Thonerde, etwas eisenhaltig . . .	37,85
Magnesia	0,31
Glühverlust . . .	11,82
	97,97

und ist daher Steinmark oder Kaolin. G. B.

II Grundmasse des Trachyt vom *Drachenfels*. Sie besteht aus feinkörnigem, graulichweifsem und weifsem Feldspath, in welcher stellenweise zahlreiche weifse, stärker glänzende Feldspath-Parthien und bis zwei Zoll lange glasige Feldspathkrystalle liegen. Ausser den Bd. II. S. 302 erwähnten Quarzkrystallen, die bisweilen mit einer weifsen Masse überzogen sind, ist der Raum zwischen den Bruchstücken zerbrochener Krystalle manchmal mit der gewöhnlichen Grundmasse erfüllt *), worin ich sogar Hornblende und in sehr geringen Mengen Glimmerblättchen und Magneteisen (welche doch gewifs spätere Bildungen auf nassem Wege sind, wenn auch die glasigen Feldspathe plutonischer Entstehung sein sollten) gefunden habe.

Am Fusse des *Drachenfels* finden sich in einem Steinbruche am *Steinchen* ausgezeichnete Kluftausfüllungen mit einem rosenrothen Mineral von wechselnder Zusammensetzung:

	G. B.	Schnabel
Kieselsäure . . .	64,54**)	56,77
Thonerde . . .	6,04	15,77
Eisenoxyd . . .	4,56	1,65
Manganoxyd . .	4,61	0,86
Kalkerde	3,96	2,76
Magnesia . . .	0,41	1,30
Wasser und organ. Substanzen . .	11,33	17,11
Alkalien	4,55	3,78
	100,00	100,00

*) v. Dechen a. a. O. S. 361.

**) In einem andern Stücke nur 56,73 Kieselsäure.

Im Trachytconglomerat unterhalb des *Drachenfels* kommt Psilomelan als ein 3—4 Zoll mächtiges und weit fortsetzendes Trumm vor*). Interssant ist dieses Vorkommen, da in den benachbarten Trachyten theils gar kein Mangan, theils nur Spuren davon gefunden wurden: ein abermaliger Beweis, wie Gewässer die geringsten Mengen von Substanzen im Gebirgsgesteine aufzusuchen und sie an Stellen, wo sie stagniren, abzusetzen verstehen.

II *a* Durch Salzsäure nicht zersetzbare Theile dieses Trachyts. Abich**).

II *b* Durch Salzsäure zersetzbare Theile, welche nach Abich 12,51, nach Varrentrapp 8,98 Proc. betragen. Das Eisenoxyd in II und II *a* wurde für Magneteisen genommen.

	III	IV	V	VI
Kieselsäure . .	64,21	62,11	62,38	57,46
Thonerde . . .	16,98	19,45	16,88	17,84
Eisenoxyd . . .	6,69	5,02	7,33	6,50
Manganoxyd . .	—	1,15	Spur	—
Kalkerde . . .	0,49	1,29	3,49	2,72
Magnesia . . .	0,18	0,29	0,82	0,72
Kali	4,41	3,98	2,94	4,18
Natron	5,13	6,01	4,42	4,43
Glühverlust . .	1,00	—	0,87	—
Wasser	—	—	—	3,90
	99,09	99,30	99,13	97,75
Sauerst. Quot. . .	0,365	0,449	0,400	0,441
Spec. Gew. . . .	2,781	—	—	—

III Trachyt vom *Kühlsbrunnen.* Feinkörnige, dunkel- bis licht- und hellgraue Grundmasse, welche nach einer Richtung viel leichter spaltbar als nach anderen Richtungen ist. Auf dem Längenbruche weifse, bisweilen graugelbliche und

*) v. Huene in der Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. IV. S. 576. Ein ähnliches Vorkommen von Psilomelan beobachtete Gutberlet im Trachytporphyr der *Rhön.* Ebend. Bd. V. S. 603.

**) A. a. O. S. 29.

gelbe kleine Feldspathparthien. Viele Hornblendesäulen sind eingeschlossen. Der Magnet zieht aus dem gepülverten Trachyt etwas Magneteisen aus. G. B.

IV Derselbe Trachyt, aber nicht ganz frisch, sondern mit kleinen ocherigen Puncten. Bothe *).

V Trachyt von der *Wolkenburg*. Die feinkörnige Grundmasse ist theils bläulichgrau und dann in den äusseren Rinden und Schalen der bis 80 Fuss hohen Pfeiler, in denen sich dieser Trachyt abgesondert hat, gelblichgrau, weifslichgrau und röthlich, theils dunkelgrünlichgrau bis schwärzlichgrün, mit kleinen Feldspathparthien in beiden Abänderungen. In der Grundmasse liegen viele kleine Hornblendekrystalle und einzelne gröfsere bis zu $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge; kleine Glimmertafeln treten dagegen sehr zurück. Der Magnet zieht viel Magneteisen aus dem gepülverten Trachyt aus. Er braust fast überall mit Säuren **), am meisten wo sich feine Sprünge in das Innere ziehen, und Kalkspath kommt nicht blofs in Drusenräumen ***), sondern auch in der Grundmasse vor.

*) v. Dechen a. a. O. S. 340.

**) Der Menge der entwickelten Kohlensäure aus der gelblichgrauen Rinde eines Trachytstückes entsprechen 0,33, aus dem innern bläulichgrauen Kern 0,39 Proc. kohlensaurer Kalk. Der gröfste Theil der bei der Analyse gefundenen Kalkerde war daher noch als Silicat vorhanden. — Der röthliche Trachyt auf dem Gipfel der *Wolkenburg* braust nicht mit Säuren.

Bemerkenswerth ist, dafs der Trachyt des *Drachenfels*, obgleich dieser Berg unmittelbar an die *Wolkenburg* grenzt, nicht mit Säuren braust; seine beiden Varietäten mit den grofsen glasigen Feldspathkrystallen und ohne dieselben verhalten sich defshalb ganz gleich. Es finden sich aber, jedoch selten, Blöcke mit einer scharf begrenzten schwach bräunlichen Schale, und selbst Stellen im Kern, wo sich mit Eisenocher überzogene Klüfte in denselben ziehen, welche brausen. Diefs zeigt sich sogar in manchen schon etwas zersetzten glasigen Feldspathkrystallen.

***) Nose (Beitr. zu den Vorstellungsarten über vulkanische Gegenstände 1792. S. 443) führt an, dafs fast alle dortige Kalkspathdrusen von einem Rande umgeben sind, der bei weitem mehr Hornblendekrystalle und Parthien als das übrige Gestein

Er befindet sich daher in einem zersetzten Zustande, den auch die verschiedenen Farben der äusseren mehr zersetzten Schale, und des inneren weniger zersetzten Kerns anzeigen. Die Grenze zwischen beiden ist scharf abgeschnitten, und wird häufig durch einen kaum $\frac{1}{2}$ Lin. breiten, braunen Streifen gebildet. Gewöhnlich läuft diese Grenze parallel mit den äusseren Flächen der Pfeiler, und da die Schale eines Pfeilers ziemlich gleiche Breite hat: so wird der Kern kleiner da, wo der Pfeiler an seiner Dicke verliert. Der Kern keilt sich ganz aus, wo sich der Pfeiler selbst auskeilt, so dafs dann die Schalen der entgegenstehenden Seiten in einander verlaufen. Es sind dieselben Erscheinungen, wie sie sich so häufig in Basaltsäulen zeigen.

Der kohlensaure Kalk in diesem Trachyt bedingt die Gegenwart eines leicht zersetzbaren kalkreichen Feldspath. Um so mehr könnte man Labrador vermuthen, als in dem trachytischen Gesteine XXXVIII dieser Feldspath wirklich nachgewiesen ist. Es ist auch nicht zu verkennen, dafs die Zusammensetzung des *Wolkenburger* Trachyt einige Aehnlichkeit mit der des ganz zersetzten Labrador Bd. II. S. 1080 III, *a* hat. Vielleicht besteht er wesentlich aus einer labradorischen und glasigen Feldspath-Grundmasse. G. B.

In I bis V beträgt das Natron stets mehr als das Kali; in den unten folgenden Analysen des glasigen Feldspath zeigt sich dagegen das umgekehrte Verhältnifs. Die Grundmasse dieser Trachyte mufs daher, ausser dem glasigen Feldspath, noch einen anderen Feldspath, in welcher das Natron überwiegt, mithin entweder Albit oder Oligoklas enthalten. Die Existenz des letzteren in Krystallen im Trachyt II ist nachgewiesen, die Krystalle im Trachyt von *Röttchen* bestehen nach Bothe *) aus 63,16 Kieselsäure, 22,14 Thonerde, 2,51 Eisenoxyd, 2,07 Kalk, 0,65 Magnesia, 1,34 Kali, 8,13 Natron, und sind daher unzweifelhaft Oligoklas. Seine Gegenwar

enthält. Diese Ränder sind von der ganzen Masse des Gesteins nicht getrennt, sondern damit gänzlich verwachsen, und in denselben kommen auch viel mehr schwarze Glimmerblättchen als im Gesteine vor. Diefs ist ein abermaliges Beispiel des Vorkommens der Hornblende in Drusenräumen (Bd. II. S. 863).

*) v. Dechen a. a. O. S. 345.

ist mithin mit grofser Wahrscheinlichkeit auch in den Grundmassen zu vermuthen. Das vorherrschende Verhältnifs von Natron gegen Kali im Trachyt II, welches sich auch in dem durch Salzsäure nicht zersetzbaren Theil II *a* zeigt, führte Abich zur Annahme eines Albit mit bedeutendem Kaligehalte. Sollte dieser Feldspath in der Grundmasse wirklich vorhanden sein, welches natürlich nicht mineralogisch zu ermitteln wäre: so würde die Annahme eines normalen Albit genügen, sofern die Grundmasse ein Gemisch aus Albit und glasigem Feldspath wäre; denn ein kaliarmer Albit mit einem kalireichen glasigen Feldspath würde in entsprechender Mischung ein Verhältnifs beider Alkalien geben, wie es sich in II findet. Die 70,22 Proc. Kieselsäure in II *a* würden sich dieser Annahme fügen, da sie die Kieselsäure im Albit und glasigen Feldspath nur wenig übertreffen, und der Ueberschufs leicht von beigemengtem Quarz herrühren könnte. Auch die 2,09 Proc. Kalkerde in II *a* würden dieser Annahme entsprechen, da diese Erde in manchen glasigen Feldspathen noch höher steigt, und auch die meisten Albite davon geringe Mengen enthalten.

Es bleibt daher nur die Alternative, dafs die Grundmassen der Trachyte I bis V glasigen Feldspath mit Oligoklas oder mit Albit gemengt enthalten. Der Gegenwart des glasigen Feldspath in der Grundmasse entsprechen, wie namentlich im Trachyt vom *Drachenfels*, die grofsen Krystalle; denn selten wird man irren, wenn man das Mineral, welches sich in Krystallen in irgend einem Gesteine findet, auch in der Grundmasse im amorphen Zustande voraussetzt *).

*) Nichts desto weniger ist zu wünschen, dafs dieser Gegenstand durch weitere chemische Untersuchungen aufgeklärt werden möge, wozu das *Siebengebirge* die beste Gelegenheit darbieten würde, da nicht blofs im Trachyt des *Drachenfels*, sondern auch in anderen Trachyten (v. Dechen a. a. O. S. 356) so grofse glasige Feldspathkrystalle vorkommen, dafs sie sich leicht von der Grundmasse absondern lassen. Bei vergleichender Analyse der Krystalle und der Grundmasse ist, wie sich von selbst versteht, die gröfste Sorgfalt auf die relative Bestimmug der Alkalien zu richten. Wenn aber auch die genaue Scheidung des Kali vom Natron immer noch ein Problem bleibt; so kann diefs, sofern nur

VI Trachyt vom *Selberg* bei *Quiddelbach* zwischen *Adenau* und *Kelberg* in der *Eifel*. Er gab beim Austrocknen im Wasserbade viel Wasser, nach dem Glühen war er hellbraun, mit Säuren brauste er stark und der Magnet zog viel Magneteisen aus. Dem bedeutenden Glühverluste entspricht, dafs die ausgeschiedenen Bestandtheile und namentlich die Kieselsäure nach dem Glühen fast schwarz waren. Diese kohligen Rückstände, welche von der Zerstörung organischer Substanzen beim Glühen herrührten, verursachten wohl gröfstentheils den bedeutenden Gewichtsverlust von 2,25 Proc. Essigsäure extrahirte aus diesem Trachyt 1,37 Proc. kohlensauren Kalk, 0,58 Thonerde, 1,24 Eisenoxyd. Der mit kohlensaurem Kali aufgeschlossene Rückstand enthielt 55,6 Kieselsäure, 2,05 Kalkerde, 0,77 Magnesia. Der Kalk des Carbonat und des Silicat beträgt 2,82; mithin nahe so viel, als die Analyse VI gegeben hatte. Von diesem in der Nähe von Basalt vorkommenden Trachyt, der sich gleichfalls in einem zersetzten Zustande befindet, scheint dasselbe zu gelten, was vom Trachyt V bemerkt wurde. Die noch viel geringere Menge Kieselsäure setzt, im Verhältnisse zum glasigen Feldspath, eine noch gröfsere Menge Labrador, als in jenem voraus. G. B.

Die anderen von mir analysirten Trachyte wurden einer gesonderten Analyse nicht unterworfen; ohne Zweifel würden sie aber, wie die Analyse II, durch Säuren nicht zersetzbare und zersetzbare Theile gegeben haben.

gleiche Methoden bei der Analyse der Krystalle und der Grundmasse befolgt werden, keinen wesentlichen Einflufs haben. Da diefs bei meinen Analysen der Trachyte und der glasigen Feldspathe befolgt und ohne Ausnahme in jenen Natron, in diesen Kali vorherrschend gefunden wurde: so führen sie zu dem Schlusse, dafs diese Trachyte neben glasigen Feldspaththeilen, Theile eines Feldspaths mit überwiegendem Natron enthalten müssen. Da ich jedoch nur feinkörnige Trachyte analysirt habe; so machen meine Untersuchungen weitere Analysen von glasigen Feldspathen und Grundmassen der Trachyte des *Siebengebirges* keineswegs überflüssig.

Analysen der Trachyt-Conglomerate des *Siebengebirges.*

	VII	VIII	VIII (*a*)	VIII (*b*)
Kieselsäure	62,83	66,39	71,80	49,23
Thonerde	21,55	17,74	18,75	17,63
Eisenoxyd	4,11	4,97	3,77	20,13
Kalkerde	0,72	0,53	0,12	5,02
Magnesia	0,42	0,47	0,17	3,90
Kali	3,35	3,05	3,29	2,26
Natron	3,02	1,94	2,07	1,76
Wasser	4,19	4,89	—	—
	100,19	99,98	99,97	99,93

VII Trachytconglomerat aus den *Ofenkuhlen.* Ein ganz gleichartiges, dünngeschichtetes, weifses Gestein. G. B.

VIII Dasselbe Gestein nach von der Marck *).

Das Trachytconglomerat wird durch Digeriren mit Salzsäure theilweise zerlegt. Es ergaben sich

	nach G. Bischof nach 24stündigem Digeriren.	nach Schnabel**)	nach v. d. Marck***)
zersetzbare Theile	15,96	23,92	13,25
unzersetzbare Theile	84,04	76,08	86,75

VIII *a* Zersetzbare Theile des Trachytconglomerat VIII.

VIII *b* Unzersetzbare Theile, nach v. d. Marck.

Die Vergleichung von IV mit III zeigt eine Zunahme der Thonerde und eine Abnahme der Kieselsäure, als Folge der Zersetzung †). Eine noch gröfsere Zunahme der Thon-

*) v. Dechen a. a. O. S. 451.

**) Ebend. Schnabel fand 4,99 Proc. Wasser und geringe Mengen Chlor, Schwefelsäure und Phosphorsäure.

***) v. d. Marck fand 0,012 Chlor, 0,004 Schwefelsäure und eine Spur von Fluor.

†) Es zeigt sich gerade das umgekehrte Verhältnifs wie bei den Phonolithen (S. 2148).

erde zeigt sich bei Vergleichung des Trachytconglomerat VII mit den Trachyten. Lieferte ein Trachyt wie IV das Material zu diesem Conglomerat: so wurden aus ihm hauptsächlich nur 6 Kieselsäure und 5 Proc. Alkalien, mithin nahe $\frac{4}{5}$ kieselsaures Natron ausgeschieden, während das Kalisilicat ganz oder gröſstentheils zurückblieb.

Im Trachytconglomerat finden sich Gänge so wie Streifen und Nieren von Opaljaspis *); dieſs zeigt, daſs die Ausscheidung der Kieselsäure noch nach dem Absatze des Conglomerat statt gefunden hat. Selbst das Bindemittel der quarzigen Sandsteine und Kieselconglomerate, welche unter dem Trachytconglomerat liegen, könnte diesen Ursprung haben.

	IX	X	XI
Kieselsäure	78,87	78,64	67,90
Thonerde	11,62	11,59	19,25
Eisenoxyd	1,12	1,05	1,42
Kalkerde	0,54	0,36	—
Magnesia	0,46	0,26	0,64
Kali	3,11	7,05	5,35
Natron	3,94		4,93
Glühverlust	1,00	0,56	—
	100,66	99,51	99,49
Sauerst. Quot. . . .	0,184	—	0,337
Spec. Gew.	2,475	—	—

IX Eigenthümliches Gestein an der *Kleinen Rosenau*, in welchem kleine, weiſse, stark durchscheinende Feldspathkrystalle sparsam eingewachsen sind. Hier und da ist es von Adern eines bläulichen Quarzes, wie Chalcedon, durchzogen, und manchmal finden sich kleine Bröckchen eines fremden Gesteins eingeschlossen. Im Wasserbade gab es viel Wasser.

X Dieses Gestein, nach Absonderung der Feldspathkrystalle. Die sehr nahe Uebereinstimmung zwischen beiden Analysen zeigt, daſs die Krystalle, welche eine davon ab-

*) v. Dechen a. a. O. S. 458.

weichende Zusammensetzung haben, im Verhältnisse zur Grundmasse fast verschwinden.

XI Abgesonderte und sorgfältigst ausgesuchte Feldspathkrystalle. Im Wasserbade und auch beim Glühen gaben sie kein Wasser; sie sind daher ganz frisch und unverändert, wie diefs auch ihr Ansehen zeigt. G. B.

Auch in diesem Gesteine ist in der Grundmasse Natron gegen Kali, in den Krystallen aber Kali gegen Natron vorwaltend. Die Krystalle sind daher unzweifelhaft glasige Feldspathe und das Gestein erscheint als ein sehr quarzreicher Trachyt, obgleich darin kein Quarz bemerkbar ist. Es gehört zu den Trachytporphyren und stimmt in seiner Zusammensetzung, die relativen Mengen der Alkalien ausgenommen, besonders mit XLVIII.

Die glasigen Feldspathe in trachytischen Gesteinen enthalten, wie die folgenden Analysen zeigen, durchgängig Kali in gröfserer Menge als Natron (S. 2145. Ebenso verhält sich der einzige aus einem Phonolith analysirte glasige Feldspath XIII. S. 2141.

	XII	XIII	XIV	XV
Kieselsäure	67,48	68,18	66,33	65,62
Thonerde	18,75	18,33	19,02	17,16
Eisenoxyd	0,60	0,71	0,52	1,67
Kalkerde	1,01	0,51	0,76	2,44
Magnesia	—	0,16	—	Spur
Kali	8,11	7,15	6,02	12,67
Natron	4,05	4,66	7,32	0,44
	100,00	99,70	99,97	100,00
Sauerst. Quot.	0,332	0,324	0,352	0,335

XII Glasige Feldspathkrystalle vom *Drachenfels.* Berthier*).

XIII Aus dem Trachyt-Conglomerat am *Langenberg.* G. Bischof.

XIV Von demselben Vorkommen. Schnabel**). Meine

*) Ann. des mines T. VII. und (ser. 2) T. III.

**) v. Dechen a. a. O. S. 336.

Bestimmung, wonach Kali gegen Natron vorwaltet, kann ich verbürgen; es ist daher nicht wahrscheinlich, dafs in anderen Krystallen von demselben Vorkommen das umgekehrte Verhältnifs statt finden sollte. Ueberdiefs läfst auch der ungewöhnlich hohe Sauerstoffquotient in XIV schliefsen, dafs das Kali zu niedrig und das Natron zu hoch bestimmt wurde. Die Sauerstoffquotienten in den übrigen Analysen kommen dem normalen = 0,333 sehr nahe; nur in XVI fällt der Sauerstoffquotient etwas unter demselben, welches wahrscheinlich von einer anfangenden, mit Ausscheidung von Basen verknüpften Zersetzung herrührt.

XV Glasige Feldspathkrystalle aus dem Trachyt-Conglomerat vom *Lutterbach.* Lasch *).

	XVI	XVII	XVIII	XIX
Kieselsäure	67,42	67,09	66,73	65,84
Thonerde	15,88	18,88	17,56	17,61
Eisenoxyd	2,83	1,25	0,81	0,74
Kalkerde	2,77	0,35	1,23	0,18
Magnesia	0,15	0,03	1,20	0,06
Kali	10,52	7,58	8,27	14,39
Natron	0,43	4,59	4,10	1,18
Glühverlust . . .	—	0,24	—	—
	100,00	100,01	99,90	100,00
Sauerst. Quot. . .	0,315	0,337	0,338	0,329

XVI Aus dem Trachyt-Conglomerat vom *Scharfenberg.* Lasch **).

XVII Glasige Feldspathkrystalle aus dem Lavastrom von *St. Vico* zwischen *Lacco* und *Forio* auf *Ischia.* G. Bischof.

XVIII Aus dem Gesteine des *Epomeo* auf *Ischia.* Abich ***).

XIX Grofse reine Feldspathkrystalle aus dem vulkani-

*) Ebend.

**) Ebend.

***) A. a. O. S. 7 Tabelle.

schen Sande (feldspathigem Conglomerat) von *Rockeskyll* in der *Eifel*. Bothe *).

Nach Nöggerath **) ist es da, wo die Bestimmung der im Trachyt-Conglomerat vorkommenden Trachytstücke möglich ist, fast als bestimmt anzunehmen, dafs der gröfsere Theil derselben von den zunächst gelegenen Bergen herrührt. Trachytfragmente von einer gewissen Art werden im Conglomerat immer sparsamer, je weiter deren Vorkommen von den Trachytbergen, welche gleiches Gestein anstehend enthalten, entfernt ist. Nach L. Horner ***) weichen die im Conglomerat eingeschlossenen Trachytstücke sehr häufig von allen Varietäten ab, die gegenwärtig anstehend gefunden werden. Letztere Ansicht wird auch für viele einzelne Localitäten von Zehler †) aufgestellt. Nach v. Dechen ††) befindet sich indefs unter den im Conglomerat vorkommenden Trachytstücken nicht ein Einziges, welches einer, wesentlich von den bekannten im *Siebengebirge* anstehenden Trachyten verschiedenen Abänderung angehörte.

Nöggerath's Ansicht ist gewifs die richtige. Wurde der gröfste Theil der Trachyte mechanisch zerstört und chemisch verändert: so haben auch die eingeschlossenen Bruchstücke mehr oder weniger an dieser Veränderung Theil genommen, und dadurch können sie ihre ursprüngliche Beschaffenheit so eingebüfst haben, dafs ihre Aehnlichkeit mit anstehendem Trachyt nicht mehr zu erkennen ist †††). Da das Trachyt-Conglomerat überall jünger als die Braunkohlenlager und die sie begleitenden Thon- und Sandsteinschichten ist: so betrachtet v. Dechen es als eine eigenthümliche Schich-

*) v. Dechen a. a. O.

**) Rheinland-Westphalen Bd. I. S. 129.

***) Transact. of the geol. society V. IV. sec. ser. 1836. P. 442 und 467.

†) Das Siebengebirge und seine Umgebungen. 1837.

††) A. a. O. S. 455.

†††) Der Trachyt des *Bolvershahn*, welcher zur Zersetzung so sehr geneigt ist, dafs die Steine auf den Feldern gänzlich zerfallen, liefert eine, dem Conglomerat ziemlich ähnliche Masse. v. Dechen a. a. O. S. 411.

tenabtheilung der Braunkohlenformation. Von seiner eruptiven Bildung, wie sie Horner annimmt, kann, nach unserer Ansicht nicht die Rede sein. Wollte man so weit gehen: so könnte man am Ende auch den übrigen Gliedern der Braunkohlenformation eine solche Bildung zuschreiben.

Die glasigen Feldspathkrystalle in diesem Conglomerat (XIII, XIV, XV und XVI) sind ungemein frisch und unverändert. Ihre Kanten und Ecken sind ganz scharf, ihre ziemlich vielen Flächen völlig glatt und glänzend *). Wie wäre diefs möglich, wenn sie schon in Trachyten, durch deren theils mechanische, theils chemische Zersetzung die Conglomerate entstanden sind, enthalten gewesen wären? — Wo findet man in Trachyten so schöne und wohl erhaltene Krystalle, namentlich unter den grofsen glasigen Feldspathen? — Der sedimentären Bildung des, an manchen Stellen Blätterabdrücke und fossiles Holz enthaltenden Conglomerats entspricht seine ganz deutliche Schichtung, namentlich in den *Ofenkuhlen*. Die glasigen Feldspathkrystalle hätten aber nicht von Gewässern getragen werden können; sie würden auf dem Boden fortgerollt sein, und wie die, an verschiedenen Stellen im Conglomerat, in Begleitung mit mehr oder weniger veränderten Trachytstücken vorkommenden, abgerundeten Grauwacken-Stücke, abgerundet worden sein.

Auch die viel weniger wahrscheinliche Bildung des Conglomerat aus Trachyten, die an Ort und Stelle zersetzt worden wären, würde mit der Conservation der Feldspathkrystalle in Widerspruch kommen; denn wie hätten die Grundmassen dieser Gesteine eine so bedeutende mechanische und chemische Veränderung erleiden können, ohne dafs die Krystalle auch nicht den geringsten Antheil daran genommen hätten?

Die glasigen Feldspathkrystalle im Trachytconglomerat sind demnach unzweifelhaft spätere Bildungen auf nassem Wege, und dasselbe müssen wir von den grofsen Krystallen annehmen, welche sich in einigen Trachytgängen im Trachytconglomerat finden; denn wie auch diese Gänge entstanden

*) Ebend. S. 458. v. Dechen führt acht Fundorte an.

**) A. a. O. S. 455.

sein mögen, ihre glasigen Feldspathkrystalle sind gleichfalls spätere Bildungen. Uns scheint die Annahme, dafs die Ausfüllungsmassen von höheren Puncten durch Gewässer in die Spalten geführt wurden, und dafs daraus krystallinische Bildungen entstanden sind, die einfachste Erklärung darzubieten. Die Zusammensetzung des Trachytconglomerat zeigt, wie wenig sich die ursprüngliche Trachytmasse durch mechanische Zerkleinerung verändert hat und wie leicht daher eine Regeneration des eingeführten Trachytschlammes zu denken ist. Selbst der Verlust an Natronsilicat konnte wieder ersetzt werden, indem die Gewässer, welche den Schlamm absetzten, dieses Silicat aufgelöst mit sich führten, und selbst dann noch fortfuhren es einzuführen, als nur noch klare Wasser eindringen konnten.

Ist die spätere Bildung der Feldspathkrystalle im Trachyt-Conglomerat erwiesen, und in den Trachytgängen höchst wahrscheinlich: was steht dann entgegen, dasselbe für die anderen Fundorte dieser Krystalle anzunehmen? — Weiter unten werden wir darauf zurückkommen.

B. Trachyte in *Ungarn* und *Steiermark*.

Das Trachytgebirge tritt am nördlichen Rande der grofsen Ebene *Ungarn's*, am südlichen Abhange der *Karpathen*, in fünf isolirten Hauptgruppen auf, in denen Kraterbildungen und Lavaströme, wie im *Siebengebirge*, gänzlich fehlen.

	XX	XXI	XXII	XXIII
Kieselsäure	58,11	53,85	58,49	57,17
Thonerde	17,26	17,95	17,86	16,90
Eisenoxydul	5,72	6,94	6,45	8,50
Manganoxyd	—	—	—	Spur
Kalkerde	10,85	8,33	6,96	6,30
Magnesia	1,81	6,47	2,60	1,90
Kali	3,66	1,34	2,82	3,90
Natron	4,01	1,91	1,86	1,00
Wasser	1,23	2,55	2,47	3,38
Kohlensäure	0,33	0,44	0,22	—
	102,98	99,78	99,73	99,05
Sauerst. Quot.	0,490	0,556	0,452	0,445
Spec. Gew.	—	—	—	2,64

XX Beudant's sogenannter granitischer Trachyt von *Srezawnica.* In einer weifsen und hellgrau gesprenkelten, quantitativ geringen, grobkörnigen und sehr harten feldspathigen Grundmasse liegt sehr viel glasglänzender bis fettglänzender Feldspath und Hornblende eingestreut. A. Streng*)

XXI Trachyt vom Berge *Hrad* bei *Banow.* Feinkörige, etwas poröse graue, sehr harte Grundmasse mit wenigen durch die Lupe sichtbaren Feldspathblättchen, und hier und da einzelnen Hornblendekrystallen. Beide Gesteine sind mit kohlensaurem Kalk durchzogen und brausen mit Säuren.

XXII Röthlicher harter Trachyt mit einer Menge kleiner eingelagerter Krystalle; ausserdem finden sich Glimmer, rother Feldspath und hier und da Quarzkörner, von *Wissegrad* bei *Gran.* Er enthält hier und da ganz kleine Drusenräume mit kohlensaurem Kalk. Derselbe.

XXIII Trachyt von *Gleichenberg* in *Steiermark.* Ein dichtes, dem Feldsteinporphyr ähnliches Gestein von graulichgrüner Farbe, an welchem man hier und da Spaltungsflächen von kleinen, sonst wenig unterschiedenen Feldspathkrystallen sieht. Morlot **).

Es hält schwer, sich von der Zusammensetzung dieser Trachyte eine richtige Vorstellung zu machen. Der geringe Kieselsäure- und der bedeutende Kalkerdegehalt möchten auf Labrador schliefsen lassen; diesem widerspricht aber der, dem Natron nahe stehende oder dieses sogar übertreffende Kaligehalt. Die Gegenwart von kohlensaurem Kalk in XX bis XXII, die des Wassers in allen zeigen einen zersetzten Zustand an, in Folge dessen ein grofser Theil des Natron fortgeführt worden sein kann.

Der Trachyt XXII bildet nach v. Fridau***) den Mittelpunct eines ihn weit überwiegenden Basaltgebietes, und damit rechtfertigt sich sein Uebergang in basaltisches Gestein. Er wechselt in zahlreichen Varietäten, und in mehreren finden sich gut ausgebildete Feldspathkrystalle bis zu 1 Zoll Gröfse. Dafs sie Orthoklase sind, ist wohl sehr zu bezweifeln.

*) Poggend. Ann. Bd. XC. S. 103 ff.

**) Haidinger's Berichte u. s. w. Bd. II. S. 236 und 336.

***) N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1849. S. 576. ff.

Fridau *) untersuchte auch ein Zersetzungsproduct, welches wahrscheinlich gang- oder stockförmig im Trachyt von *Gleichenberg* vorkommt. Es ist licht gelbgrau und gleicht in manchen Varietäten dem Halbopal. Selbst bei vollkommen homogener Oberfläche unterscheidet man scharfkantige Gemengtheile, deren Zwischenräume mit amorpher Kieselsäure ausgefüllt sind. Es besteht aus 50,71 Kiesels., 19,06 Thonerde, 1,13 Eisenoxyd, 0,56 Kalk, 0,41 Magnesia, 3,98 Kali 16,51 Schwefelsäure, 0,31 schwefels. Kali, 0,09 schwefels. Magnesia, 0,03 Chlormagnesium und 7,23 Wasser. Ein thoniges Gestein derselben Bildung aus der Nähe besteht aus 89,30 Kiesels., 3,11 Thonerde, 4,83 Eisenoxyd, 0,14 Kalk, 0,13 Magnesia und 2,32 Wasser.

Wahrscheinlich sind diese Gesteine Zersetzungsproducte des Trachyt durch Schwefelwasserstoff, ähnlich den Bd. I. S. 766 angeführten Zersetzungsproducten trachytischer Gesteine. Da im ersten Zersetzungsproducte Schwefelsäure und Thonerde sehr nahe in demselben Verhältnisse wie im Aluminit enthalten sind: so wurde das Thonerdesilicat durch die Schwefelsäure, welche durch Oxydation des Schwefelwasserstoffs gebildet worden, vollständig zersetzt. Die in ihrer löslichen Modification ausgeschiedene Kieselsäure setzte sich zum Theil in den Zwischenräumen des Gesteins ab, theils mag sie durch Gewässer fortgeführt worden sein und die Bildung des zweiten Zersetzungsproducts veranlafst haben. Die Vergleichung der beiden Zersetzungsproducte mit dem Trachyt XXIII zeigt übrigens, dafs der gröfste Theil des Eisenoxydul und der Kalkerde so wie die ganze Menge des Natron in löslichen Verbindungen, wahrscheinlich mit Schwefelsäure, fortgeführt wurden, das Kali dagegen zurückblieb.

Der bedeutende Wassergehalt des *Gleichenberger* Trachyt, sowie das gegen Natron sehr vorwaltende Kali lassen auf seinen schon etwas zersetzten Zustand, und die bereits erfolgte theilweise Fortführung des Natron schliefsen. Ob dieses Gestein, wie zu vermuthen, mit Säuren braust, ist nicht angeführt.

Aehnliche Zersetzungen, wie der *Gleichenberger* Trachyt,

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. LXXVI. S. 106.

erleiden durch Schwefelsäure haltige Gewässer die, einen grofsen Theil der *Cordilleren* von *Venezuela* bildenden Trachyte. Massen lösen sich ab, und es entstehen Schlammströme, welche von Zeit zu Zeit bis in die Ebene an die Ufer des *Magdalenenstroms* hinabstürzen, und grofse Findlingsblöcke, auch Eisschollen, wie im J. 1845, vom Gletscher auf dem *Ruitz* in die heifse Ebene bringen. Diese Schlammströme bilden ein vollständiges Trachytconglomerat. Acosta *).

C. Trachytische Laven von *Ischia*, vom *Monte Nuovo* und von den *Campi Flegraei*.

Trachytische Laven erscheinen nur in *Ischia* und am *Monte Nuovo* als vereinzelt dastehende Eruptionen. Von denselben besitzen wir folgende Analysen:

	XXIV	XXV	XXV *a*	XXV *b*
Kieselsäure . . .	63,04	61,03	65,00	41,68
Thonerde . . .	19,58	17,21	18,64	10,71
Eisenoxyd . . .	5,26	4,84	0,83	23,13
Manganoxyd . .	—	0,17	0,13	0,83
Kalkerde . . .	1,57	1,43	1,23	2,32
Magnesia . . .	0,08	2,07	1,03	6,83
Kali	5,68	7,16	9,12	1,59
Natron	4,11	4,64	3,49	9,89
Wasser und Chlor	0,71	0,56	—	3,14
	100,03	99,11	99,47	100,12
Sauerst. Quot. . .	0,403	0,417	0,373	0,827
Spec. Gew. . . .	—	2,641	2,631	—

Durch Säuren nicht zersetzbare Theile von XXV *a* .	82,02
Durch Säuren zersetzbare Theile von XXV *b* . . .	17,98
	100,00

XXIV Grundmasse der Lava von *St. Vico*, zwischen

*) Bull. géol. (2) T. VIII. P. 489.

Lacco und *Foria* auf *Ischia*, aus welcher die glasigen Feldspathkrystalle XVII abgesondert wurden. Die Grundmasse war aber nicht ganz frei von Krystallen. Sie brauste nicht mit Säuren; als aber Wasser über dem gepülverten Gesteine gekocht wurde, um das Verhalten zu Säuren genauer prüfen zu können, brachten die Wasserdampf-Blasen eine schwarze kohlige Substanz herauf, die sich oben am Glase ansetzte. G. B. Diese Lava, welche sehr mächtige Massen bildet, ist ein prächtiger Trachytporphyr. In einer dunkelgrauen feinkörnigen Grundmasse liegen dicht gedrängt grofse glasige Feldspathkrystalle, selten Glimmerblättchen und noch seltener deutliche nadelförmige Augitkrystalle. Quer durch diesen Lavastrom zieht sich ein sehr sonderbares Thal, dessen Wände zu beiden Seiten bis 100 Fufs Höhe haben mögen *). Da dieses Thal oder vielmehr diese Schlucht den Lavastrom bis zu einer so bedeutenden Tiefe unterbricht: so scheint, unter der Voraussetzung, dafs der Lavastrom zur Zeit seiner Bildung ein Continuum gebildet habe, eine solche Excavation durch Gewässer hervorgebracht worden zu sein. Dazu waren aber lange Zeiträume erforderlich; daher reicht das Alter dieses Lavastroms gewifs bis zu vorhistorischen Zeiten hinauf. Dafür spricht ferner, dafs das bimssteinreiche, rauhe, ungeschichtete Gestein (*Roccia del Epomeo*), welches die Spitze dieses Berges bildet, bei *Foria* an vielen Stellen sehr verwittert hervortritt, und hier einem aufgelösten Bimsstein-Conglomerat, in welchem beständig kleine Körner glasigen Feldspaths, einzelne Glimmerblättchen und Lavastücke eingemengt sind, gleicht. Dafs diese Bildungen weit über das Jahr 1302, in welchem der *Corrento dell' Arso* aus den Abhängen des *Epomeo* hervorbrach, und nahe bei dem auf alter Lava erbauten *Castello d'Ischia* ins Meer flofs, hinaufreichen, dürfte aus dem noch so wohl erhaltenen Zustande dieses Lavastroms hervorgehen **).

XXV Lava vom *Arso* auf *Ischia*. Der Schlund, aus welchem diese Lava sich ergofs, ist kein deutlicher Krater,

*) Fr. Hoffmann Geognost. Beobachtungen im Archiv für Min. u. s. w. Bd. XIII. S. 231.

**) Ebend. S. 71.

viel mehr nur eine Spalte, deren Ränder im spitzen Winkel im Eruptionspuncte zusammentreffen und durch kaum 50 Fuſs hohe Wälle von dunkeln, rothbraunen Schlacken und Rapilli angedeutet werden, zwischen welchen der Strom mit rauher, jetzt noch unveränderter Oberfläche und in einer Höhe von 20 bis 30 F. hervorbricht. Das Gestein zeigt verschiedene Zustände; im Allgemeinen gleicht es dem rauhen Trachyt und enthält dann in einer krystallinisch glänzenden, mehr porösen als dichten Grundmasse zahlreiche und glänzende, aber sehr zersprungene und bröcklige, glasige Feldspathkrystalle, kleine schwarze Glimmerblättchen, wenig grüne Augittheilchen und noch sparsamere deutliche Olivinkörner, so wie fein eingesprengtes Magneteisen.

XXV *a* Ganz reine glasige Feldspathkrystalle, welche sorgfältigst ausgewählt wurden. Der geringe Antheil von Olivin und Augittheilchen blieb daher, so weit er der Behandlung mit Säure entging, unberücksichtigt.

XXV *b* Durch Säure zersetzbare Theile. Abich. *)

In XXIV und XXV ist Kali gegen Natron vorherrschend, noch mehr aber in den glasigen Feldspathen XVII und XXV *a*, wovon der erste aus XXIV, der zweite aus XXV stammt. Daher muſs selbst in diesen beiden Laven die Grundmasse einen Natronfeldspath enthalten.

Die Lava XXIV, aus welcher sich die glasigen Feldspathe abgesondert hatten, ist jeden Falls von hohem Alter. Sind daher diejenigen, welche sich im Trachyt-Conglomerat des *Siebengebirges* finden, spätere Bildungen: so steht der Ansicht, daſs auch jene erst nach dem Ergusse des Lavastroms entstanden sind, nichts entgegen. Da die Lava XXI von der Eruption 1302 herrührt: so würde sich, wenn wir, treu unseren Ansichten, die darin vorkommenden glasigen Feldspathkrystalle gleichfalls für spätere Bildungen annehmen, dafür ein Zeitmaaſs von mehr als 500 Jahren ergeben. Dieſs würde daher der einzig bekannte Fall einer Feldspath-Bildung in

*) A. a. O. S. 44. Bei Vergleichung der bezüglichen Stellen in Abich's und Hoffmann's (S. 230) Werken bleibt kein Zweifel übrig, daſs die von jenem untersuchte Lava von obiger Eruption abstammt.

trachytischer Lava in einem verhältnifsmäfsig kurzen Zeitraume sein.

Die vorhin angeführten kleinen Körner glasigen Feldspaths im zersetzten Bimsstein-Conglomerat zeigen übrigens, in welcher Form derselbe in Ueberresten zerstörter trachytischer Gesteine gefunden wird, und wie diese Form mit den unversehrten Krystallen im Trachyt- und im feldspathhaltigen Conglomerat von *Rockeskyll* im völligen Contraste steht. Der Ursprung der abgerundeten Feldspathkrystalle ist in den zerstörten Gesteinen zu suchen, die vollkommenen Krystalle in den Conglomeraten können nur spätere Bildungen sein.

	XXVI	XXVI *a*	XXVI *b*
Kieselsäure . . .	61,19	68,02	40,55
Thonerde . . .	17,18	17,46	14,83
Eisenoxyd . . .	5,46	0,97	15,33
Kalkerde	1,52	0,56	4,72
Magnesia . . .	0,23	0,81	1,60
Kali	4,37	4,67	3,31
Natron	7,98	5,98	12,59
Wasser	1,06	—	4,59
Chlor	0,68	—	2,84
	99,67	98,47	100,36
Sauerst. Quot. . .	0,408	0,322	0,802
Spec. Gew. . . .	2,583	2,632	—

Durch Säuren nicht zersetzbare Theile .	77,05
Durch Säuren zersetzbare Theile . . .	22,95
	100,00

XXVI Lava des *Monte Nuovo*, welcher sich am 29. Sept. 1538 aus dem *Lucriner-See*, der an den *Averner-See* gränzt, erhob. Die Auswürfe dauerten nur sieben Tage und bildeten einen Berg von 413 Fufs Höhe und 8000 Fufs Umfang *). Am Fufse des Berges finden sich verschlackte und

*) De Luc in Breislak's Lehrb. d. Geol. Bd. III. S. 16. Diese

und poröse Gebilde in breitgedrückter Form, näher dem Gipfel werden sie häufiger und dicht unter dem südwestlichen Kraterrande gehen sie in eine wirkliche Lavaschicht über, welche oben und unten mehrere Fuss dick verschlackt ist, in der Mitte aber als festes Gestein erscheint, und nach horizontaler Dimension in grofsen Platten theilbar, einem Phonolith ganz ähnlich ist.

XXVI *a*. Durch Säuren nicht zersetzbarer Theil.

XXVI *b*. Durch Säuren zersetzbarer Theil.

	XXVII	XXVII *a*	XXVII *b*
Kieselsäure . . .	61,71	66,11	41,99
Thonerde	19,24	20,70	12,64
Eisenoxyd . . .	3,51	0,64	19,86
Kalkerde	1,19	0,30	4,90
Magnesia	Spur	—	2,13
Kali	5,50	5,64	4,83
Natron	7,38	6,85	6,93
Wasser	1,28	—	5,19
Chlor	0,15	—	1,03
	99,96	100,24	99,50
Sauerst. Quot.	0,412	0,362	0,756
Spec. Gew.	2,638	2,624	—

XXVII. Piperno, welcher in der Regel in mächtigen horizontalen Bänken von unbekannter Erstreckung, einer Lava ähnlich, dem Tuffe in den *Campi Flegraei* eingelagert ist. Er findet sich auf dem ganzen Rücken des *Pausilipp* und des *Vomero*, an vielen Stellen beim Graben der Brunnen, in mehreren Steinbrüchen, welche *Neapel* mit Bausteinen versorgen, und auf dem Eilande *St. Stefano* der *Ponza*-Inseln, wo er, innig mit dem Trachyt gemengt, die allein herrschende Formation ausmacht.

XXVII *a*. Durch Säuren nicht zersetzbarer Theil.

XXVII *b*. Durch Säuren zersetzbarer Theil. Abich.

merkwürdige Entstehung ist durch Augenzeugen vielfach beschrieben worden. Opusculi di Simoni Porzio raccolti Napoli 1817. p. 45.

Da nicht blofs in XXVI und XXVII, sondern auch in XXVI *a* und XXVII *a* Natron gegen Kali vorwaltet, wenn auch in letzteren in geringeren Verhältnissen, als in ersteren: so können selbst die von Säuren nicht zersetzbaren Theile beider Laven keine glasigen Feldspathe sein. Sie können daher nur für Gemenge aus diesem und aus einem Natronfeldspath gehalten werden. Da die Kieselsäure in XXVI *a* zwischen der im glasigen Feldspath und der im Albit, dagegen die Kieselsäure in XXVII *a* zwischen der im glasigen Feldspath und Oligoklas fällt: so möchte man annehmen, dafs XXVI *a* und XXVII *a* Gemenge glasigem Feldspath und Albit seien; wir können jedoch auf diese Unterscheidung kein grofses Gewicht legen, da die schwankenden Verhältnisse in dem Kieselsäuregehalte dieser Feldspathe die Schlüsse unsicher machen.

Die Lava XXVI hat in der That Aehnlichkeit mit dem Phonolith IV S. 2140. Diese Aehnlichkeit zeigt sich noch in den durch Säuren nicht zersetzbaren Theilen XXVI *a* und IV (*b*) S. 2143, und einigermafsen auch in den durch Säuren zersetzbaren Theilen XXVI *b* und IV (*b*) S. 2142, wenn man die Summen der isomorphen Basen, Thonerde und Eisenoxyd, nimmt. Die feldspathigen Theile in beiden Gesteinen enthalten ferner Natron gegen Kali vorherrschend. Betrachten wir daher den feldspathigen Theil in der Lava XXVI *a* als ein Gemeng von glasigem Feldspath und Natronfeldspath: so gilt diefs auch für den feldspathigen Theil im Phonolith IV. Diefs führt überhaupt zur Annahme, dafs, wie in den Trachyten, so auch in manchen Phonolithen neben glasigem Feldspath ein natronreicher Feldspath existiren möge, und da im Phonolith VII S. 2146 Oligoklas nachgewiesen wurde: so hat man keinen Grund, die Coëxistenz beider Feldspathe in manchen dieser Gesteine zu bezweifeln. Die beiden S. 2147 als zweifelhaft hingestellten glasigen Feldspathe (IV und IX) mögen daher solche Gemenge sein.

Alle bis jetzt untersuchten Augitlaven waren wasserfrei, so z. B. die *Aetna*-Lava von 1669 (Bd. II. S. 673) wie die von 1852 *); die Feldspathlava des *Monte Nuovo* von

*) C. v. Hauer, Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. zu Wien Bd. XI. S. 87.

1538 ist dagegen wasserhaltig. Feldspathlaven scheinen daher mehr zur Wasseraufnahme geneigt zu sein, als Augitlaven. Die alten wie die neuesten Augitlaven enthalten durch Säuren zersetzbare Theile; die 167 Jahre alte *Aetna*-Lava enthielt davon 25 (Bd. II. S. 629), die ein Jahr alte, nach v. Hauer, 20 bis 26 Proc. In jener waren deutliche Labrador- und Augitkrystalle und kleine Olivinkörner eingewachsen, diese bestand, so weit sie krystallinisch, was gröſstentheils der Fall war, aus Labrador und Augit mit einzelnen Olivinkörnern. Während eines Zeitraums von 167 Jahren hatte sich daher die *Aetna*-Lava weder chemisch noch mineralogisch wesentlich verändert. Obgleich nun die Lava des *Monte Nuovo* innerhalb 303 Jahren 1,06 Proc. Wasser aufgenommen hatte: so ist doch nicht anzunehmen, daſs ihre, durch Säuren zersetzbaren Theile erst dadurch entstanden seien: man würde diese höchst wahrscheinlich auch in der so eben erkalteten gefunden haben *). Zeolithische und durch Säuren zersetzbare Theile sind daher wohl von einander zu unterscheiden; denn letztere sind nicht immer an die Gegenwart von Wasser geknüpft. In den Bimssteinen nehmen, wie wir weiter unten sehen werden, mit Aufnahme von Wasser, die durch Säuren zersetzbaren Theile ab.

Nach diesen Betrachtungen kann die Möglichkeit der Bildung einer phonolithischen Masse aus einer Feldspathlava nicht in Abrede gestellt werden. Verstehen wir aber unter einem wahren Phonolith ein wasserhaltiges Gestein, und die bisherigen Analysen berechtigen dazu: so kann die wirkliche Ausbildung zu Phonolith erst durch Wasseraufnahme erfolgen. Wie jedoch dieses Wasser wieder aus der Mischung treten kann, haben wir oben S. 2148 gesehen. Wie daher bei den Umwandlungs- und Zersetzungs-Processen der Gesteine theils feste Stoffe abgeschieden, theils neue aufgenommen werden: so verhält es sich auch mit dem chemisch gebundenen Wasser. Durch Umwandlung ihrer wasserhaltigen Mineralien in wasserfreie wird die Abscheidung, durch Um-

*) Durch das Experiment läſst sich dieſs nicht entscheiden, da die heutigen Vulkane, wenigstens nicht die italienischen, keine Feldspathlaven liefern.

wandlung ihrer wasserfreien Mineralien in wasserhaltige wird die Aufnahme von Wasser bewirkt. Wiederholen sich in demselben Gesteine mehrmals solche Umwandlungen: so ist klar, dafs sie beim oft wiederholten Wechsel bald wasserfrei, bald wasserhaltig werden müssen.

D. Trachytporphyre auf den *Ponza*-Inseln im *Mittelländischen* Meer.

Sie kommen besonders mächtig auf den Inseln *Ponza*, *Palmarola* und *Zannone*, minder rein und vollständig auf einigen *Liparischen* Inseln vor. Dort zeigen sich deutlich die Beziehungen des Trachytporphyr zu den übrigen Gliedern der Trachytformation, zum Perlstein, Obsidian und Bimsstein; vergebens sucht man aber nach Formen, wie sie die jetzigen Vulkane darbieten. Es sind entschieden über den Meeresboden emporgehobene Bildungen, welche auf *Ponza* und *Palmarola* in verticalen Dimensionen, auf den *Liparischen* Inseln dagegen in horizontalen Dimensionen, gleich den aus Kratern ausgeflossenen Laven auftreten. Abich *). Folgende Trachytporphyre wurden von ihm analysirt.

	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI
Kieselsäure . . .	68,35	73,46	74,54	75,09
Thonerde . . .	13,92	13,05	13,57	13,26
Eisenoxyd . . .	2,28	1,49	1,74	1,10
Manganoxyd . . .	—	Spur	0,10	—
Kalkerde	0,84	0,45	0,34	0,18
Magnesia	2,20	0,39	0,24	0,16
Kali	3,24	4,39	3,68	8,31
Natron	4,29	6,28	4,86	1,67
Glühverlust . . .	4,64 **)	—	0,20	—
	99,76	99,51	99,27	99,77
Sauerst. Quot. . .	0,281	0,240	0,230	0,217
Spec. Gew. . . .	2,567	2,540	2,529	2,612

*) A. a. O. S. 16 ff.

**) Gröfstentheils Schwefelsäure und Schwefel.

XXVIII. Trachytporphyr-Lava vom *Monte Guardia* auf *Lipari*, einem dichten Thonstein ähnlich. Sie enthält häufig Einschlüsse von augitischem Gestein.

XXIX. Porphyrartiges Ganggestein von *Ponza*. Es findet sich auch auf *Palmarola* von denselben Perliten und Obsidianen begleitet, welche halb verglaste, weifse trachytische Trümmergesteine durchziehen und mit denselben oft in regellosen Lagern zu wechseln scheinen. Häufige Glimmerblättchen, meist unvollkommen ausgebildete Feldspathkrystalle sind in einer weifsen oder licht- und dunkelgrauen bis röthlichbraunen Grundmasse enthalten, welche bald erdig, feinkörnig und weich, bald dicht, von muschligem oder splittrigem Bruche, bald porös und voll von kleinen Höhlungen ist, die mit einer, dem frischgefällten Thonerde- und Eisenoxydhydrat ähnlichen Substanz nicht selten erfüllt sind.

XXX. Schiefriges Ganggestein von *Palmarola*. Es ist homogen, dicht, beinahe erdig, lichtgrau und enthält sehr sparsam zerstreute glasige Feldspathkrystalle. Auf den Ablösungsflächen seiner Lagen, welche oft nur papierdick sind, findet sich eine sehr dünne, eisenschüssige Kruste von Feldspathsubstanz, bisweilen mit sehr kleinen Quarzkrystallen besetzt.

XXXI. Poröses Gang- und Massengestein, welches auf *Zannone* in wilder Zerklüftung zu dem hohen Felsgrat emporsteigt, der mit der Längenachse der Insel zusammenfällt und sich in zwei Hälften theilt. Das röthlichgelbe oder weifse Gestein enthält auf dem flachmuschligen, splittrigen oder erdigen Bruche kleine, glänzende Feldspath- und Quarzkrystalle ohne Glimmer, im Innern derbe Quarzausscheidungen, auf offenen Klüften Gruppen von zierlichen Quarzkrystallen, bisweilen von einigen Zollen Länge. Glasartige Bildungen, Bimsstein-Conglomerate oder Tuffe zeigen sich nicht auf dieser Insel.

In XXVIII bis XXX ist Natron gegen Kali vorherrschend; ein natronreicher Feldspath mufs daher neben glasigem vorhanden sein. In XXXI überwiegt aber der Kaligehalt den des Natron so sehr, dafs die Gegenwart eines natronreichen Feldspaths nicht mehr gedacht werden kann. Abich schliefst auf ein Gemeng von glasigem Feldspath und Orthoklas: eine

Zusammensetzung, worauf wir in keinem anderen trachytischen Gesteine geführt werden. Alle diese Trachytporphyre enthalten Quarz.

E. Trachytische Gesteine auf *Teneriffa*.

	XXXII	XXXIII	XXXIV
Kieselsäure . .	57,76 *)	52,80	59,26
Thonerde . . .	17,56	16,79	21,04
Eisenoxyd . . .	4,64	—	—
Eisenoxydul . .	2,09	14,68	4,23
Manganoxydul . .	0,82		
Kalkerde . . .	5,46	3,55	1,29
Magnesia . . .	2,76	Spur	Spur
Kali	1,42	2,95	4,67
Natron	6,82	7,18	8,49
Wasser	Spur	—	—
Chlor	0,30	—	—
	99,63	97,95	98,98
Sauerst. Quot. . .	0,485	0,526	0,425
Spec. Gew.	2,749	—	—

XXXII. Gestein vom *Circus* des *Pic* von *Teneriffa*, welches diesen im regelmäfsigen Halbkreise umgiebt. Rauchgraue, feinkörnige Masse, reich an glänzenden Feldspathtafeln, Hornblende und Magneteisen enthaltend. Abich **).

XXXIII. Trachyt vom gewaltigen Krater von *Cahorra*, im Centrum des *Pic*. Deville ***).

XXXIV. Lava von *Cahorra*. Derselbe.

*) Mit einer Spur von Titansäure.

**) A. a. O. S. 103.

***) Études géologiques sur les îles de Teneriffe et de Fogo. Paris 1848.

	XXXV	XXXVI	XXXVII
Kieselsäure . . .	59,71	60,26	57,88
Thonerde . . .	19,23	20,25	19,09
Eisenoxydul . . .	5,48	4,79	8,92
Manganoxydul . .	0,30	0,78	0,82
Kalkerde	0,58	0,86	3,65
Magnesia . . .	Spur	0,30	Spur
Kali / Natron	14,70	12,76	9,64 *)
	100,00	100,00	100,00

XXXV. Obsidian von *Pic.* XXXVI. von den *Piedras blancas.* XXXVII. Lava von *Portillo.* Derselbe.

Abich schliefst im Gesteine XXXII auf Oligoklas. Da sich indefs ein Ueberschufs von 2,87 Proc. Kieselsäure ergiebt: so ist entweder Quarz oder neben Oligoklas etwas Feldspath enthalten, dem dieser Ueberschufs angehört. Deville wies nach, dafs die Feldspathkrystalle aller dieser Gesteine wirklich Oligoklas sind. Der gegen Kali so sehr vorherrschende Natrongehalt führt gleichfalls darauf hin, und da die Zusammensetzung von XXXV so sehr nahe mit der Analyse CI des Obsidian von *Teneriffa* übereinstimmt: so ist nicht zweifelhaft, dafs sich der darin so sehr vorherrschende Natrongehalt auch in jenem Obsidian finden werde.

Die nahe Uebereinstimmung von XXXIV mit XXXV und XXXVI macht mehr als irgendwo die Entstehung des Obsidian aus benachbarter Lava begreiflich. Die eben so nahe Uebereinstimmung von XXXV mit XXXVI weiset darauf hin, dafs dieser Obsidian gleichfalls aus einer Lava hervorgegangen ist, welche nahe dieselbe Zusammensetzung als XXXIV gehabt haben mag. Ungeachtet der etwas bedeutenden Differenz im Thonerdegehalte zwischen CI und CII erscheint auch die Bildung von Bimsstein aus Obsidian als eine wohl begründete Ansicht.

*) Der Sauerstoff-Quot. kann nicht berechnet werden, da Kali und Natron nicht von einander geschieden wurden.

F. Trachytische Gesteine des centralen Kegels der *Soufrière* auf *Guadeloupe*.

	XXXVIII	XXXIX	XL	XLI	XLII
Kieselsäure .	57,95	74,11	69,00	48,71	48,68
Thonerde .	15,45	10,44	9,69	20,00	19,34
Eisenoxydul .	9,45	6,25	8,39	11,25	7,85
Manganoxydul	1,40	0,78	Spur	2,94	3,24
Kalkerde . .	8,30	2,12	3,32	10,95	12,83
Magnesia . .	2,35	0,44	3,18	2,70	3,55
Kali . . .	0,56	1,15	1,52	0,38	4,51
Natron . .	3,03	4,84	3,32	3,08	
	98,49	100,13	98,42	100,01	100,00
Sauerst. Quot.	0,458	0,224	0,270	0,693	—
Spec. Gew. .	2,75	—	—	2,907	2,904

XXXVIII. Gestein des innern Kegels der *Soufrière*, mit welchem Bimssteine und Obsidiane vorkommen, welches aber doch Labrador *) und feinen Quarz führt, und aufserdem Olivin und Magneteisen enthält. Deville **) betrachtet dieses Gestein als Trachytdolerit.

XXXIX. Eben genannter Obsidian, der durch Erhitzen leicht zu Bimsstein wird.

XL. Bimsstein, welcher aus einem trachytischen Gesteine entsteht.

XLI. Dunkelgrauer oder schwärzlicher Dolerit vom Gipfel des Erhebungskraters der *Soufrière*. Er enthält Labrador, Augit, Olivin, Magneteisen u. s. w. und 0,89 Proc. Wasser.

XLII. Dolerit aus der Nachbarschaft, der etwas an der Oberfläche verändert ist und 1,52 Proc. Wasser enthält. Vor der Analyse wurden 3,5 Proc. Magneteisen entfernt. Deville.

Das in allen diesen Gesteinen gegen Kali vorherrschende Natron macht zwar die Bildung des Obsidian aus dem Trachytdolerit begreiflich; der bedeutende Kieselsäuregehalt in

*) Derselbe hat die normale Zusammensetzung und enthält neben 3,63 Proc. Natron 0,33 Kali.

**) Bull. géol. (2) T. VIII. P. 426.

XXXIX gegen XXXVIII ist aber damit nicht in Uebereinstimmung zu bringen.

G. Trachytische Gesteine auf *Island*.

Dis ausführlichen Analysen Bunsen's *) geben die Zusammensetzung der hauptsächlichsten Glieder der trachytischen Gesteine des grofsen vulkanischen Systems, welches am nördlichen Polarkreise die Insel *Island* zusammensetzt. Sie sind ihrer Hauptmasse nach amorph, oder tragen doch fast immer das Gepräge einer gleichförmigen und innigen Mengung. An rein krystallinischen Aggregaten sind überhaupt die Producte der jüngsten Eruptions-Perioden nicht eben reich.

	XLIII	XLIV	XLV	XLVI	XLVII	XLVIII
Kieselsäure .	74,38	74,77	75,91	77,92	75,29	78,95
Thonerde .	13,78	13,57	11,49	12,01	12,94	10,22
Eisenoxyd .	1,94	1,92	2,13	1,32	2,60	2,91
Manganoxyd	0,19	Spuren	—	—	—	—
Kalkerde .	0,86	0,81	1,56	0,76	1,01	1,84
Magnesia .	0,59	0,53	0,76	0,13	0,03	0,14
Kali . . .	2,63	2,87	5,64	3,27	5,42	1,76
Natron . .	3,57	4,74	2,51	4,59	2,71	4,18
Wasser . .	2,09	0,67	—	—	—	—
Chlor . .	0,13	—	—	—	—	—
	100,16	99,88	100,00	100,00	100,00	100,00
Sauerst. Quot.	0,230	0,232	0,207	0,195	0,225	0,187

XLIII. Graulichweifses, poröses Gestein, welches die Hauptmasse des trachytischen *Baula*-Kegels zusammensetzt. Forchhammer **).

XLIV. Dasselbe Gestein nach Kjerulf ***).

XLV. Dasselbe Gestein, weifs, oft in's Gelbliche oder

*) Poggend. Annal. Bd. LXXXIII. S. 197 ff.

**) Journ. f. pract. Chem. Bd. XXX. S. 391.

***) Nach gefälliger Mittheilung.

Bläuliche spielend, rauh anzufühlen, mittelkörnig mit vielen unregelmäfsigen kleinen Höhlungen.

XLVI. Von *Strutrhals* bei *Kalmanstunga* 4 Meilen von *Baula*. Das Gestein bildet eine senkrechte, von einem Trappgange durchsetzte, massige, regellos zerklüftete Felswand. Es ist blendend weifs, deutlich krystallinisch-körnig, übrigens dem vorigen ähnlich.

XLVII. Vom *Laugarfjall* am *grofsen Geisir*. Das Gestein steht in grofsen Säulen an, und bildet eine dichte, bläulichgraue Masse mit einzelnen, nur unvollkommen hervortretenden, feldspathigen Ausscheidungen und höchst sparsamen kleinen Hornblendekrystallen.

XLVIII. Trachyt von der *Arnarhnipa* am Ufer der *Laxá*, dem Gestein XLVI ähnlich, aber gelblicher, feinkörniger und etwas erdig.

	XLIX	L	LI		LII	LIII
Kieselsäure	76,42	76,38	75,77		78,32	76,65
Thonerde .	9,57	11,53	10,29		12,64	11,57
Eisenoxydul	5,10	3,59	3,85	Oxyd	1,57	0,63
Kalkerde .	1,53	1,76	1,82		1,29	0,05
Magnesia .	0,20	0,40	0,25		0,96	0,20
Kali . . .	1,94	1,88	2,46		2,35	3,26
Natron . .	5,24	4,46	5,56		3,59	3,73
	100,00	100,00	100,00		100,72	96,09
Sauerst. Quot.	0,196	0,209	0,206		0,207	0,180

XLIX. Ein in Platten abgesonderter Klingstein von *Falkaklettur* bei *Kalmanstúnga*, aus einer dichten, graubraunen, durch Eisenoxyd gesprenkelten oder gebänderten matten Grundmasse bestehend, in der sich nur hier und da Spuren von feldspathigen Aussonderungen finden.

L. Lava am *Hrafntinnuhryggr* bei *Krafla*, wie es scheint, von sehr jungem Alter. Sie ist schwarzgrau, homogen, steinig mit vielen kleinen, unregelmäfsig geformten Höhlungen.

LI. Schwarzer, homogener Obsidian, welcher mit jener Lava lagenweise wechselt. Vorstehende 7 Analysen von Bunsen.

LII. Weiſse, körnige Substanz, welche in älteren Zeiten vom Vulkan *Viti* ausgeworfen wurde. Sie besteht aus Hornblende, aus einem weiſsen Mineral, welches gewiſs 0,9 des Ganzen beträgt, und aus einzelnen Quarzkrystallen. Die Analyse der ganzen Masse von Forchhammer *).

LIII. Ein weiſses Mineral, welches die *Jökulaue* aus dem innern, sehr wenig bekannten Lande herausführt. Derselbe.

Die Gesteine XLIII, XLIV **), XLVI, XLVIII, XLIX, L, LI, LII und LIII, in denen das Natron mehr, zum Theil sehr viel mehr als das Kali beträgt, enthalten unstreitig einen natronreichen Feldspath. Welcher dieſs sein mag, der neben glasigem Feldspath vorhanden ist, kann nicht entschieden werden, da sich keine Gelegenheit darbot, Feldspathkrystalle aus diesen Gesteinen zu analysiren. In XLVII, wo Natron vom Kali bedeutend überwogen wird, könnte möglicher Weise bloſs glasiger Feldspath gegenwärtig sein. Das Gestein XLIX hat keine Aehnlichkeit mit Phonolith; es sei denn, daſs es auch quarzhaltige Phonolithe gäbe. Der Obsidian LI kommt in seiner Zusammensetzung der Lava L so nahe, daſs die Entstehung des ersteren aus letzterer sehr wohl gedacht werden kann. Alle diese Gesteine müssen bedeutende Mengen Quarz enthalten.

Sehr bemerkenswerth ist, daſs die Producte der jüngsten Eruptions-Perioden nicht eben reich an krystallinischen Aggregaten sind, weil dieſs abermals dafür spricht, daſs durch Gröſse ausgezeichnete Krystallbildungen in vulkanischen Gesteinen spätere Acte auf nassem Wege sind. Selbst die bei weitem älteren völlig schlackigen Laven in der *Auvergne* sind sehr selten krystallinisch; nur an den Puncten, wo sie sich bis zu gewisser Höhe angehäuft haben, enthalten sie ziemlich reichlich Labradorkrystalle. Die blasigen und schlackigen Laven zu *Daffaré* in *Abyssinien* sind dagegen ungemein krystallinisch; sie enthalten ziemlich nette Krystalle von 0,m005

*) A. a. O. S. 392.

**) Die bedeutenden Differenzen zwischen Kali und Natron im *Baula*-gestein beruhen wohl auf einer ungenauen Bestimmung in der einen oder anderen Analyse.

Länge, welche glasige Feldspathe zu sein scheinen. Rochet d'Héricourt *), der diese Mittheilungen machte, scheint den Widerspruch zwischen blasig-schlackiger Beschaffenheit, die eine schnelle, und krystallinischer Bildung, welche eine langsame Erstarrung voraussetzt, selbst gefühlt zu haben. Durch die Annahme, daſs nur in den bis zu gewisser Höhe gehäuften Laven, wegen der hier langsam von Statten gegangenen Erstarrung, Krystalle sich gebildet hatten, wurde der Knoten nicht gelöst, sondern bloſs zerhauen; denn sind, wie aus seiner Beschreibung hervorzugehen scheint, auch diese Laven schlackig und blasig: so zeigt dieſs ja, daſs auch in diesen die Erstarrung schnell erfolgt ist und mithin krystallinische Bildungen ausgeschlossen wurden.

H. Trachytische Gesteine im Hochlande *Armenien's.*

Die Analysen dieser Gesteine verdanken wir den Untersuchungen des in diesem fernen Lande so einheimischen, unermüdlichen Forschers Abich **). Obsidiane und Obsidianporphyre aus diesem Gebiete folgen unten (S. 2230).

	LIV	LV	LVI	LVII
Kieselsäure	61,13	65,21	65,26	65,46
Thonerde	16,44	14,16	15,34	15,36
Eisenoxydul	9,23	6,70	7,26	6,65
Kalkerde	6,25	6,56	7,39	4,24
Magnesia	3,76	3,47	2,99	2,11
Kali	2,99	3,80	1,56	1,33
Natron				4,09
Glühverlust	0,44	0,20	0,30	0,34
	100,24	100,10	100,10	99,58
Sauerst. Quot.	0,432	0,358	0,366	0,346
Spec. Gew.	2,760	2,707	2,632	2,635

*) Compt. rend. 1846. No. 20.

**) Festrede am 22. Aug. 1845 zu Dorpat.

LIV. Sehr dichtes und festes Gestein zwischen *Keschet* und *Kobi*. Unter der Lupe erscheint es als ein inniges Gemeng einer dunkelgrauen krystallinischen Grundmasse mit mikroskopisch kleinen Feldspathnadeln und mit kleinen Magneteisenpuncten.

LV. Rothbraunes Araratgestein. Es erscheint unter der Lupe als eine vollkommen verschlackte, sehr poröse Grundmasse mit vielen, gleichfalls halbverschlackten Theilen. Lebhaft glasglänzende Krystalle durchschwärmen die ganze Masse. Es wirkt auf die Magnetnadel.

LVI. Poröses Araratgestein, einer doleritischen Lava täuschend ähnlich. Die 1 bis 2 Millim. grofsen Poren durchziehen, alle in einer Richtung, eine sehr dichte, feinkörnige, dunkelschwarzgraue Grundmasse, deren krystallinischer Zustand unter der Lupe wahrzunehmen ist. Wenige glänzende Feldspathkrystalle sind in der Grundmasse zerstreut. Es wirkt lebhaft auf die Magnetnadel.

LVII. Ausgezeichnet grobkörniges, krystallinisches Araratgestein von dichter, schwarzgrauer, hornsteinähnlicher Grundmasse, in welcher zahlreiche, glasglänzende, bis 1 und $1\frac{1}{2}$ Lin. grofse Feldspathkrystalle zerstreut sind. Hier und da finden sich undeutliche Hornblende- und Glimmertheile, deutlicher dagegen Spuren von Eisenkies und Magneteisen.

	LVIII	LIX	LX	LXI
Kieselsäure	69,47	69,37	69,25	70,25
Thonerde	14,98	14,44	13,35	13,49
Eisenoxydul	3,35 (Eisenoxydul + Eisenoxyd)	5,32	4,79 (Eisenoxydul + Eisenoxyd)	—
Eisenoxyd		—		4,95
Kalkerde	4,68	4,38	5,09	4,20
Magnesia	0,98	2,26	1,64	1,52
Kali	1,46	3,82 (Kali + Natron)	1,81	5,07 (Kali + Natron)
Natron	4,46		3,32	
Glühverlust	0,35	0,60	0,65	0,67
	99,73	100,19	99,90	100,15
Sauerst. Quot.	0,306	0,306	0,300	0,312
Spec. Gew.	2,595	2,546	2,643	2,616

LVIII. Gesteine vom Gipfel des *Grofsen Ararat.* Krystallinisch, sehr feinkörnig, von geringer Festigkeit. Auf dem Bruche zeigen sich auf aschgrauem Grunde sehr viele, äusserst kleine, glasglänzende Feldspathkrystalle. Kleine Hornblendenadeln sind sparsam zerstreut. Es wirkt schwach auf die Magnetnadel.

LIX. Gestein vom Gipfel des *Elbrouz.* In einer schwarzen und dunkeln Grundmasse finden sich viele, 2 bis 3 Lin. grofse, glasglänzende Feldspathkrystalle, Hornblende, Glimmer und Magneteisen zerstreut.

LX. Gestein vom Gipfel des *Kasbek*, dunkelbraune Varietät. Die Oberfläche sehr glatt, beinahe fettglänzend, auf dem Bruche vollkommen krystallinisch. Es enthält zahlreiche, bis mehrere Linien grofse, gestreifte Feldspathkrystalle und nur sparsam Hornblendetheile so wie Spuren von Glimmer. Es wirkt schwach auf die Magnetnadel.

LXI. Dasselbe Gestein, rothraune Varietät. Feinkörnig krystallinisch, auf dem Bruche rauh und in den helleren Abänderungen locker, porös und leicht zerreiblich. Neben lebhaft glänzenden Feldspathkrystallen enthält sie deutliche Hornblendekrystalle und sparsam Glimmerschüppchen. Sie wirkt merklich auf die Magnetnadel.

	LXII		LXIII	LXIV
Kieselsäure .	76,66		61,92	57,67
Thonerde . .	12,05		14,10	11,94
Eisenoxydul	3,47		6,22	6,41
Eisenoxyd		Manganoxydul	0,20	0,30
Kalkerde . .	1,25		6,03	7,72
Magnesia . .	Spur		5,27	7,02
Kali . . .	2,94		0,61	*)
Natron . . .	3,53		4,88	
Glühverlust .	1,12		—	—
	101,02		99,23	91,60
Sauerst. Quot. .	0,209		0,374	—
Spec. Gew. . .	2,656		2,778	2,775

*) Wurden nicht bestimmt.

LXII. Gestein vom *Besobdal.* Eine dem Hornfels ähnliche helle Grundmasse umschliefst zahlreiche, milchweifse, der Albitform angehörige, bis 1 Lin. grofse Feldspathkrystalle und krystallinische Quarzkörner mit fein eingesprengtem Magneteisen und Spuren eines, durch Zersetzung unkenntlich gewordenen Minerals, entweder Glimmer oder Hornblende. Die nahe Uebereinstimmung zwischen diesem Gesteine und den Obsidianen zeigt, wie diese aus einem solchen Gesteine hervorgegangen sein konnten.

Die Gesteine L bis LVII unterscheiden sich durch ihren bedeutenden Kalk- und zum Theil auch hervortretenden Magnesiagehalt, und durch das gegen Kali bedeutend vorherrschende Natron (so weit als diefs aus den Analysen zu entnehmen ist) wesentlich von den eigentlichen Trachyten und Trachytporphyren; sie schliefsen sich dagegen den Trachyten *Ungarn's* und *Steiermark's*, dem Gesteine vom *Circus* des *Pic* von *Teneriffa*, dem Trachyt von *Cahorra* und den trachytischen Gesteinen auf *Guadeloupe* an. Nach Abich scheint den sämmtlichen Gesteinen *Armenien's* der glasige Feldspath zu fehlen: die kleinen Feldspathkrystalle in LV bis LIX so wie in LXI sind 1 und 1gliedrige und die in LIV und LX 2 und 1gliedrige. Abgesehen von der krystallographischen Bestimmung, weiset schon ein bedeutender Kalkgehalt und ein bedeutendes Vorherrschen von Natron in einem Gesteine worin andere kalkhaltige Mineralien nur in sehr geringen Mengen auftreten, auf einen kalkhaltigen Natronfeldspath, d. h. auf Oligoklas oder Labrador hin.

Abich berechnete aus den Resultaten seiner Analysen die Quantitäten der Gemengtheile, wonach LIV und LVI Labrador, LV und LVII Oligoklas, LVIII und LIX Albit, LX und LXI Oligoklas oder Albit, und die sämmtlichen Gesteine aufserdem freie Kieselsäure, Hornblende und Magneteisen enthalten. Der Albit, welcher nach den zahlreichen Analysen entweder gar keine oder nur geringe Mengen Kalkerde, wenige Fälle ausgenommen, enthält, entspricht nicht dem bedeutenden Kalkgehalte dieser Gesteine; es sei denn, dafs der von ihm angenommene 2,09 Proc. Kalk haltende aber noch problematische Albit vom *Drachenfels* (S. 2176) eine allgemeine Verbreitung in trachytischen Gesteinen haben sollte.

Die Gegenwart von Labrador in einem trachytischen Gesteine deutet auf einen Uebergang in basaltische oder doleritische Gesteine. Ein solches vom *Ararat*, welches viel Augit und fein eingesprengtes Magneteisen enthält, aber in einem schon ziemlich zersetzten Zustande sich befindet, wie der kohlensaure Kalk in den vielfachen, das Gestein durchsetzenden Klüften zeigt, führt Abich, neben dem porösen *Ararat*-Gestein LII, dem er gleichfalls Labrador zutheilt, an. Hier scheint also eine ähnliche Beziehung wie auf *Guadeloupe* (S. 2206), wo ein Labrador haltendes trachytisches Gestein (Trachytdolerit) in der Nähe von Dolerit vorkommt, stattzufinden. Auch im *Siebengebirge* zeigt sich ein ähnliches Verhältnifs. Das Gestein der *Löwenburg* *), welches nach meiner und Kjerulf's Analyse aus 55,17 Kieselsäure, 13,56 Thonerde, 14,35 Eisenoxyduloxyd, 7,04 Kalkerde, 3,89 Magnesia, 1,87 Kali, 3,20 Natron und 0,92 Glühverlust und Spuren von Chlor, Schwefelsäure und Phosphorsäure besteht, und dessen Sauerstoff-Quotient 0,534 beträgt, erscheint als ein Mittelding zwischen Dolerit und Trachyt, mithin als ein Gestein, welches den Uebergang der dortigen basaltischen in trachytische Gesteine bildet. Eine grofse Zahl solcher Mischlingsgesteine wies Bunsen **) auf *Island* nach, und indem er aus zahlreichen Analysen eine normaltrachytische und normalpyroxenische Zusammensetzung ermittelte, berechnete er die Verhältnisse der Trachyt- und Pyroxenmasse in jedem dieser Mischlingsgesteine. Er dehnte diese Berechnung auch auf die Gesteine des *armenischen* Hochlandes, nach Abich's Analysen, aus, wonach die kalkreichen dieser Gesteine als solche Mischlinge erscheinen. Diefs führte ihn zur Annahme zweier vulkanischer Heerde, eines trachytischen und eines pyroxenischen, welche rein trachytische oder rein pyroxenische Gesteine geliefert haben sollen, wenn die geschmolzenen Massen unvermischt hervortraten, dagegen Mischlingsgesteine, wenn die Massen aus beiden Heerden zusammentrafen. Dieser Unterscheidung entsprechen die schon früher

*) Vergl. v. Dechen a. a. O. S. 385.

**) A. a. O.

von den Geologen unterschiedenen Feldspath- und Augitlaven. Streng *) bestätigte das Vorkommen solcher Mischlingsgesteine auch auf den *Faröern*, in *Irland*, *Schottland* und *Ungarn* (S. 2192) und berechnete nach Bunsen's Durchschnittsanalysen die relativen Mengen der Trachyt- und Pyroxenmasse in den von ihm analysirten Gesteinen.

Diese Gesteine, in denen die Charactere des Trachyt und Dolerit in einander übergehen, bezeichnet Abich mit dem angemessenen Namen Trachytdolerit. Sie lassen sich, wie es scheint, als hornblende- und als augithaltige Varietäten unterscheiden **). Zu den ersteren gehören auſser den Gesteinen des *Pic* von *Teneriffa*, des *Schivelutsch* in *Kamtschatka*, der kleinen Insel *Lisca-Nera* und im Hochlande *Armeniens*, viele ältere Laven des *Aetna;* zu den augithaltigen dagegen die Gesteine der Erhebungskratere von *Stromboli* und *Roccamonfina* und des *Tunguragua* in *Quito* ***).

Den Gesteinen des *armenischen* Hochlandes wurden LXIII und LXIV, obgleich von weit davon entferntem Vorkommen, da sie entschieden zu den Trachytdoleriten gehören, zugefügt.

LXIII. Das Gang- und Massengestein von *Schivelutsch* in *Kamtschatka*, welches in einer feinkörnigen krystallinischen Grundmasse kleine glasige Krystalle, Hornblendenadeln, Augit und Magneteisen enthält. Der Feldspath ist zweierlei Art: die eine in gröſseren weiſsen, glasigen Parthien, hinsichtlich seiner Schmelzbarkeit dem Oligoklas oder Andesin nahe kommend, die andere aus kleinen glänzenden Krystallen mit Zwillingswinkeln bestehend. Abich †).

LXIV. Gestein von der kleinen Insel *Dattolo*. In einer dunkelbraunrothen Grundmasse finden sich viele Feldspathkrystalle zweier verschiedener Gattungen, mit sparsamen Hornblendekrystallen und wenig Magneteisen. Derselbe ††).

*) Poggend. Annal. Bd. XC. S. 117 ff.

**) Naumann's Geognosie Bd. I. S. 642.

***) Abich üb. d. Natur und den Zus. u. s. w. S. 100 ff.

†) Ebend. S. 106.

††) S. 108.

I. Trachytische Gesteine der *Andeskette*.

	LXVIII		LXIX
Kieselsäure . :	65,09		67,07
Thonerde . .	15,58		13,19
Eisenoxyd . .	3,83		4,74
Eisenoxydul .	1,73	Manganoxyd	0,32
Kalkerde . . .	2,61		3,69
Magnesia . . .	4,10		3,46
Kali	1,99		2,18
Natron	4,46		4,90
Glühverlust . .	0,41		0,30
	99,80		99,85
Sauerst. Quot. . .	0,373		0,335
Spec. Gew. . . .	2,685		2,580

LXVIII. Gestein vom Gipfel des *Chimboraço* (Andesit). In einer grauen und sehr dichten Grundmasse, welche viele kleine Albite enthält, finden sich ziemlich grofse, scheinbar glasige Feldspathkrystalle, und neben sparsamer Hornblende auch Parthien von Augit und fein eingesprengtes Magneteisen. Abich *).

LXIX. Gestein vom Gipfel des *Pichincha* (Andesit). Eine überwiegend dunkelschwarze, pechsteinähnliche Grundmasse enthält schmale Albitkrystalle, Augit und zerstreute Magneteisenpuncte. Derselbe **).

Beide Gesteine sind der Grundmasse des Trachyt vom *Drachenfels* fehr ähnlich; in jenen ist jedoch Natron in einem noch mehr überwiegenden Verhältnisse gegen Kali, als in diesem gegenwärtig. Daher schliefst auch Abich, dafs in LXVIII der Albit ungefähr 3 Mal so viel betragen müsse, als der glasige Feldspath. Als er diesen Trachyt mit Salzsäure lange digerirte, blieb ein vollständig krystallinischer Rückstand, welcher 67,87 Proc. Kieselsäure enthielt. Da die-

*) Geol. Beob. S. 53.

**) Ebend. S. 58.

ser Gehalt genau dem des glasigen Feldspath entspricht, aber gegen den des Albit zurücktritt: so spricht diefs keineswegs für jenen so bedeutenden Gehalt an Albit; jedoch ebensowenig für die Gegenwart einer eben so grofsen Menge Oligoklas. Die Berechnung von LXIX führt auf einen Kieselsäure-Ueberschufs.

K. Perlsteine und Pechsteine.

Die Perlsteine bilden eigenthümliche Felsmassen und sind aus gröfseren oder kleineren, bisweilen concentrisch-schalig abgesonderten Körnern zusammengesetzt *). Sie sind grau, gelb, roth, braun in verschiedenen Schattirungen, auch gestreift oder gelb, und enthalten nur selten Körner glasigen Feldspaths oder Glimmerschuppen und bisweilen Quarzkryställchen. Zu den accessorischen Gemengtheilen gehören auch Nester und Trümmer von Hornstein, Jaspis und Opal (Feueropal).

Die Pechsteine bilden gleichfalls eigenthümliche Felsmassen; sie kommen aber auch gang- oder lagerartig in verschiedenen Gesteinen vor. Sie sind derb, von körniger oder dichter, selten von stängeliger Zusammensetzung, meist in verschiedenen Schattirungen grün, doch auch anders gefärbt. Der Pechsteinporphyr enthält krystallinische Körner von Feldspath, Quarz oder auch Glimmerschuppen. Auch Nester, Trümmer und Adern von Chalcedon oder Hornstein kommen hier und da vor.

*) Beudant Voyage min. et géol. en Hongrie. Das Vorkommen der nicht sehr häufigen Perlite in *Europa* ist besonders wichtig in *Ungarn*, wo sie sich bei *Tokay* über einen Raum von mehr als 12 Q. Meilen verbreiten.

	LXX	LXXI	LXXII	LXXIII
Kieselsäure . .	75,25	77,0	72,87	77,20
Thonerde . . .	12,00	13,0	12,05	12,47
Eisenoxyd . . .	1,60	} 2,0	1,75	2,27
Manganoxyd . .	—		—	—
Kalkerde . . .	0,50	1,5	1,30	3,34
Magnesia . . .	—	—	1,10	0,73
Kali	4,50	} 2,7	Spur	} 4,27
Natron	—		6,13	
Wasser . . .	4,50	4,0	3,00	—
	98,35	100,2	98,20	100,28
Sauerst. Quot. .	—	—	0,225	—
Spec. Gew. . .	2,34	2,254	2,371	2,416

LXX. Dunkel-aschgrauer, hier und da mit gelblichgrauen Streifen durchzogener Perlstein, zwischen *Kerestur* und *Tokay* in *Ungarn*, in Lagern, welche mit Thonporphyr wechseln. Klaproth *).

LXXI. Perlstein von *Cinapecuaro* in *Mexico*. Vauquelin **).

LXXII. Perlstein von *Hlinik* unweit *Schemnitz* in *Ungarn*. O. L. Erdmann ***).

LXXIII. Brauner Sphärulit, welcher manchmal mit Glimmerblättchen durchwachsen ist und einen Quarzkern umgiebt, aus dem vorhergehenden Perlstein. Derselbe †).

*) Beiträge Bd. III. S. 326.

**) N. allgem. Journ. der Chemie Bd. V. S. 230.

***) Journ. f. technische Chem. Bd. XV. S. 40.

†) Ebend. S. 38.

	LXXIV	LXXV	LXXVI	LXXVII
Kieselsäure .	79,12	68,53	74,83	74,22
Thonerde . .	12,00	11,00	13,49	13,20
Eisenoxyd . .	2,45	4,00	4,40	2,50
Manganoxydul .	—	2,30	—	—
Kalkerde . .	—	8,33	1,98	—
Magnesia . .	1,10	1,30	0,17	0,99
Kali	3,58	3,40	wenig	1,08
Natron . . .			5,56	5,80
Wasser . . .	1,76	0,30	—	2,99
	100,01	99,16	100,43	100,78
Sauerst. Quot. .	—	—	0,250	0,213
Spec. Gew. . .	—	2,574	2,389	2,508

LXXIV. Kugelförmiger, theils grauer, theils erbsengelber Sphärulit, von sternförmigem Bruche, innen und aufsen mit kleinen schwarzen Glimmerblättchen bedeckt, aus demselben Perlstein. Ficinus *).

LXXV. Kugeln, aus concentrischen, abwechselnd aus rothbraunen und aschgrauen Schichten bestehend, welche einen braunen Kern umgeben und kein strahliges Gefüge zeigen, aus dem Pechstein von *Spechtshausen* bei *Tharand*. Zur Analyse wurde die innerste braune Parthie verwendet. O. L. Erdmann **).

LXXVI. Kugeln mit concentrisch strahligem Bruche (Sphärulit), aus dem Obsidian von *Hrafntinnahruggr*, welcher, nach Forchhammer ***), ein in Masse geschmolzener und als Lavastrom ausgebrochener Baulit ist.

LXXVII. Kugelförmige gelblichgraue Absonderungen mit concentrisch-strahligem Bruche von *Island*. Forchhammer †).

*) Schweigg. Journ. Bd. XXIX. S. 136.

**) A. a. O. S. 39.

***) Journ. f. pract. Chem. Bd. XXX. S. 394.

†) Ebend. S. 390. Diese Beschreibung und die Analyse lassen auf Sphärulit schliefsen.

	LXXVIII	LXXIX	LXXX	LXXXI
Kieselsäure .	73,00	73,00	75,60	72,80
Thonerde . .	14,50	10,84	11,60	11,50
Eisenoxyd . .	1,00	1,90	1,20	3,03
Manganoxyd .	0,10	—	Spuren	—
Kalkerde . .	1,00	1,14	1,35	1,12
Magnesia . .	—	—	0,73	—
Natron . . .	1,75	1,48 u. Kali	2,77	2,88
Wasser . . .	8,50	9,40	4,73	8,50
	99,85	97,76	97,98	99,83
Sauerst. Quot. .	0,207	0,167	—	0,210
Spec. Gew. . .	—	—	—	2,857

LXXVIII. Pechstein-Gebirgsmasse aus dem *Triebitschthal* unweit *Meifsen.* Zur Analyse wurde eine durchscheinende, gelbliche, in Olivengrün übergehende Abänderung angewendet. Klaproth *).

LXXIX. Dunkelgefärbter Pechstein von demselben Fundorte. Du Menil **).

LXXX. Licht haarbrauner Pechstein von demselben Fundorte. O. L. Erdmann ***).

LXXXI. Pechstein von *Newry* nach Knox †). Derselbe fand darin eine bituminöse Substanz, die er mit dem Nikotin des Tabak vergleicht. Ficinus ††) bestätigt diefs beim Pechstein von *Meifsen*, und *Damour* von mehreren Fundorten; das Destillat war ammoniakalisch. Klaproth bemerkte ein sehr zartaderiges Gewebe, welches den Pechstein durchzieht; vielleicht ist diefs die organische Subsanz.

*) Beitr. Bd. III. S. 257.

**) Schweigg. Journ. Bd. XXVI. S. 387. Kali war nicht zu finden.

***) A. a. O. S. 41.

†) Edinb. Journ. of science T. XIV. P. 382.

††) Schweigg. Journ. Bd. XXXVII. S. 435.

	LXXXII		LXXXIII
Kieselsäure . . .	66,59		67,90
Thonerde	11,71		11,20
Eisenoxydul . . .	3,93	Oxyd	6,40
Manganoxydul . .	0,12	Oxyd	0,80
Kalkerde	0,71		3,10
Magnesia	0,36		—
Kali	3,65		—
Natron	5,94		2,61
Wasser und flücht. Bestandtheile . .	4,86		8,00
	97,87		100,01
Sauerst. Quot. . .	0,256		0,252
Spec. Gew. . . .	—		2,375

LXXXII. Glasiger Pechstein von *Baula* auf *Island*. Er ist ein beständiger Begleiter des *isländischen* Trachytporphyr. Kjerulf *).

LXXXIII. Pechsteinporphyr von der *Isle Royale* am *Lake Superior*, der dort als Geschiebe vorkommt. Er schliefst Krystalle von glasigem Feldspath ein und enthält zuweilen Mandeln von kohlensaurem Kalk, die von einer jaspisartigen rothen Rinde und einer dünnen Lage von Chlorit umgeben sind. C. F. Jackson **).

Die Perl- und Pechsteine sind in ihrer Zusammensetzung den Trachytporphyren, namentlich denen auf *Island* sehr ähnlich; nur sind die Alkalien sehr zurückgedrängt, und, so weit als die zum Theil unvollkommenen, namentlich älteren Analysen einen Vergleich gestatten, fehlt das Kali gänzlich oder tritt nur in sehr geringen Mengen auf. Der bedeutende Wassergehalt und die Gegenwart bituminöser Substanzen in den Pechsteinen***) zeigt bedeutende Zersetzungsprocesse an, welche in ihnen stattge-

*) Nach gefälliger Mittheilung.

**) Sillim. Am. Journ. (2) T. XI. p. 401.

***) Der Pechstein von *Zwickau* enthält bisweilen verkohlte Pflanzenüberreste.

funden haben. Dafür sprechen auch die concentrisch-schaligen Bildungen, welche, wie andere zersetzte Gesteine (Melaphyre, Basalte u. s.w.) zeigen, gewöhnlich die Folgen von Zersetzungsprocessen sind; diese Bildungen treten auch bei manchen Pechsteinen erst nach weiter fortgeschrittener Zersetzung hervor.

Sind die Perlsteine zersetzte Trachytporphyre, wofür ihr beständiges Vorkommen in der Nähe derselben, und nicht im eigentlichen Trachytgebiete spricht: so mufste das in diesen Porphyren in nicht geringer Menge vorkommende Kali ganz oder gröfstentheils während der Zersetzung ausgeschieden worden sein. Diefs führt abermals auf den schon mehrmals erwähnten Procefs einer wahrscheinlichen Umwandlung der Kalisilicate in Natronsilicate durch Chlornatrium (B. II. S. 986), welchem jedoch eine theilweise Zersetung der gebildeten und der schon vorhandenen Natronsilicate folgen mufste, da sich die Alkalien überhaupt vermindert zeigen. Die Ausscheidungen von Hornstein, Jaspis und Opal sind höchst wahrscheinlich die Zersetzungsproducte dieser Silicate.

Alles dieses gilt auch von den Pechsteinen, welche sich indefs, wenn sie auch zuweilen in Perlsteine übergehen, nicht den trachytischen Gesteinen, sondern den Feldsteinporphyren *) anschliefsen. Diese (namentlich die von *Kreuznach* und von *Halle*) nähern sich aber auch in ihrer Zusammensetzung so sehr den Trachytporphyren, dafs durch ihre Zersetzung Producte hervorgehen können, welche denen der letzteren ebenso nahe stehen.

L. Obsidiane und Bimssteine.

So sehr die physikalischen Eigenschaften der Obsidiane und der Umstand, dafs künstlich geschmolzene Trachyte und Basalte bei schneller Erstarrung obsidianartige Massen geben, für dieselbe Bildungsart in der Natur sprechen: so hält es doch schwer, das Vorkommen des Obsidian in Körnern im Perlstein und des Sphärulith im Obsidian auf gleiche Weise

*) Diefs zeigen auch die oft faustgrofsen Kugeln eines sehr harten Feldsteinporphyr, welche die Pechsteine einschliefsen.

zu begreifen. Sind die Perlsteine zersetzte Trachytporphyre: so haben die in ihnen eingeschlossenen Obsidiane denselben Ursprung, oder sie sind aus dem Perlstein hervorgegangen; in beiden Fällen ist aber an eine partielle Schmelzung nicht zu denken. Die Obsidiane aus wirklichen Obsidianströmen auf *Teneriffa* (C) enthalten viele weifse Feldspathkrystalle, deren Zahl tiefer im Strome so bedeutend zunimmt, dafs die Lava dann einer krystallinischen Gebirgsart vollkommen gleicht *). Es giebt Obsidiane, welche eben so strengflüssig wie Feldspath sind, dagegen sind andere viel leichter schmelzbar als dieser. Gehören daher jene Obsidiane zu den leichtflüssigen, welches, da sie mehr Alkalien, als alle anderen Obsidiane enthalten (Cl S. 2229), sehr wahrscheinlich ist: so könnte man vermuthen, dafs sich ursprünglich vorhanden gewesene Feldspathkrystalle in der geschmolzenen Masse ungeschmolzen erhalten hätten; der Umstand, dafs die leichtflüssige Obsidianmasse als Flufs auf die Feldspathe, wenigstens auf die Ecken und Kanten hätte wirken müssen, macht jedoch diese Vermuthung wenig wahrscheinlich. Die Präexistenz der Feldspathe in strengflüssigen Obsidianen ist gar nich denkbar. Wenn man jene Obsidiane mit eingeschlossenen Feldspathkrystallen bei einer, den Schmelzpunct der ersteren nicht übersteigenden Hitze zu schmelzen versuchte: so würde sich ergeben, ob letztere der Schmelzung widerstehen können, und es möchte wohl gelingen, über eine wichtige Frage zu entscheiden. Der Umstand, dafs die Feldspathkrystalle mit der Tiefe des Stroms zunehmen, spricht allerdings dafür, dafs ebenso wie sich Feldspathkrystalle aus langsam erkaltenden Hüttenschlacken künstlich bilden können (Bd. II. S. 293), eine solche Bildung auch in jenem Obsidianstrome und in um so grösserer Menge in der Tiefe, wo die

*) Abich Geol. Beob. S. 71. — Reinwardt (Poggend. Ann. Bd. XII. S. 616) fand auch in Bimssteinen auf *Java*, wo dieselben stets mit trachytischen Gesteinen verknüpft sind, und an den Abhängen des Vulkan *Gunung Guntur* von 1 bis 3 Fufs Durchmesser vorkommen, häufig krystallinische Körner von glasigem Feldspath, und manchmal Quarzbrocken. Ein Bimsstein, übergehend in Trachyt, war voll glänzender Feldspathkrystalle.

Erstarrung langsamer als auf der Oberfläche erfolgte, stattgefunden habe. Diese Bildung würde übrigens gleichfalls voraussetzen, dafs der Obsidian leichtflüssiger als die eingeschlossenen Feldspathe wäre, und sie würde daher, je nach dem Erfolge jenes Versuchs, an Wahrscheinlichkeit gewinnen oder verlieren.

Der Uebersetzer von Breislak's Geologie, v. Strombeck, führt (Bd. III. S. 514) die früheren Autoren an, welche den Bimsstein theils für ein vulkanisches, theils für ein neptunisches Product halten. Jeder Geolog wird mit ihm übereinstimmen, dafs die Bimssteine auf *Vulcano* und *Lipari*, so wie am *Laacher-See* vulkanische Bildungen sind. Indefs aus zelligem und blasigem Trachyt kann durch Verwitterung gleichfalls ein, dem Bimsstein ähnliches Product entstehen *). Solche verwitterte Trachyte finden sich im Trachytconglomerat des *Siebengebirgs* in oft kopfgrofsen Stücken **). In diese Kategorie gehört wohl auch der sogenannte Perlitbimsstein Beudant's ***). Er bildet sich allmälig aus dem Perlstein heraus, und seine weifsen oder grauen, seideglänzenden fasrigen Massen wechseln oft lagenweise.

Abich fand, dafs die Obsidiane durch Schmelzen um so leichter in Bimssteine übergehen, je ärmer sie an Kieselsäure und je reicher sie an Alkalien sind. Nur ganze Stücke, nicht aber Obsidian-Pulver blähen sich in der Hitze auf. Der Gewichtsverlust, den erstere erleiden, beträgt nur ungefähr halb so viel als der ist, welchen letzteres in der Glühehitze erleidet. Während Obsidianstücke unter starker Volumenszunahme nur 0,31 Proc. verloren, verlor Obsidianpulver unter denselben Umständen und ohne Aufblähen 0,56. Die Ursache des Aufblähens ist noch nicht ermittelt, obwohl sie in denjenigen Gesteinen, welche Carbonate enthalten, in der, während des Schmelzens entweichenden Kohlensäure zu suchen ist, wie die im folgenden Kap. IV. beschriebenen Schmelzversuche mit dem Leucitgestein von *Rieden* zeigen.

Analysen von Obsidianen und Bimssteinen.

*) v. Dechen a. a. O. S. 457.

**) Nöggerath, Rheinland-Westphalen Bd. I. S. 130.

***) Naumann's Geognosie. Bd. I. S. 627.

	LXXXIV	LXXXV	LXXXVI	LXXXVII
Kieselsäure . .	81,00	77,50	78	69,46
Thonerde . . .	9,50	11,75	10	2,60
Eisenoxyd . .	0,60	1,25	2	2,60
Manganoxydul .	—	—	1,6	—
Kalkerde . . .	0,33	0,50	1	7,54
Magnesia . . .	—	—	—	2,60
Kali	2,70	7,00 (Kali und Natron)	6	7,12
Natron	4,50		—	5,08
Wasser . . .	0,50	0,50	Flücht. Subst.	3,00
	99,13	98,50	98,6	100,00
Sauerst. Quot. .	0,150	—	0,171	0,213
Spce. Gew. . .	2,365	2,335	—	—

LXXXIV. Durchsichtiger Marekanit, vom Bache *Marekanka*, nahe an der Mündung desselben in das *Ochotzkische Meer*. Er kommt in einzelnen Körnern bis zur Nufsgröfse oder gröfser im Perlstein vor. Klaproth *).

LXXXV. Undurchsichtiger, dunkelbrauner, auch bläulichschwarzer Marekanit mit röthlichen Streifen und Flecken von demselben Fundorte. Klaproth erkannte ihn für Obsidian und zeigte seine Uebereinstimmung mit der Zusammensetzung des Perlstein.

LXXXVI. Obsidian von *Cerro de las Navajas* bei *Mexico*. Vauquelin **).

LXXXVII. *O.* von *Pasco*. Berthier ***).

*) Beitr. Bd. VI. S. 353.

**) N. allg. Journ. d. Chem. Bd. V. S. 230.

***) Ann. des Mines (3) T. V. p. 543.

	LXXXVIII	LXXXIX	XC	XCI
Kieselsäure	82,70	74,80	75,64	70,34
Thonerde .	9,40	12,40	10,64	8,63
Eisenoxyd .	2,61	2,03	1,36	Oxydul 10,52
Manganoxydul	0,13	1,31	4,00	0,32
Kalkerde .	1,21	1,96	2,50	4,56
Magnesia .	1,21	0,90	0,71	1,67
Natron . .	2,45 u. Kali	6,40 u. Kali	3,30	3,34
Wasser . .	—	—	0,25	—
	99,71	99,80	98,40	99,38
Sauerst. Quot.	0,155	—	—	0,254
Spec. Gew. .	—	2,362	—	2,47

LXXXVIII. Edler glasglänzender, durchsichtiger, pistaziengrüner Obsidian von *Moldauthein* in *Böhmen*, welcher in Körnern und Geschieben vorkommt. O. L. Erdmann *).

LXXXIX. Sammtschwarzer, glasglänzender Obsidian von *Telköbanya*. Kommt in runden Körnern bis Pfefferkorn-Gröſse im Perlstein vor. Derselbe.

XC. Obsidianähnliches fast sammetschwarzes Mineral im Pechstein von *Bräunsdorf* bei *Tharandt*. Derselbe.

XCI. Obsidian, indischer, der beim Zerschneiden mit einem Knall zersprang: ein Verhalten, welches dem der Glasthränen analog zu sein scheint. In Massen erscheint er schwarz, in dünnen Stücken dunkel olivengrün. Damour **).

	XCII	XCIII	XCIV	XCV	XCVI
Kieselsäure	75,20	70,97	79,40	51,19	39,74
Thonerde .	6,86	6,77	11,25	—	10,55
Eisenoxyd	6,54	6,24	4,30	Oxydul 30,26	22,29
Kalkerde .	3,83 (together)	2,84	1,75	—	2,74
Magnesia .		1,77	—	18,16	2,40
Kali . .	7,57 (together)	11,41 (together)	—	—	—
Natron .			3,03	—	21,62
Wasser .	—	—	—	—	0,33
	100,00	100,00	99,73	99,61	99,67
Sauerst. Quot.	—	—	0,190	0,521	0,830

*) A. a. O. S. 36.

**) Poggend. Annal. Bd. LXII. S. 287.

XCII. Obsidian von der *Inselbai* auf *Neuseeland.* Murdoch *).

XCIII. Obsidian von der Insel *Ascension.* Derselbe.

XCIV. Schwarzer, glasglänzender Obsidian, der auf *Java*, nach Reinwardt, einen kleinen Hügel zusammensetzt. Theils ist er aus Lamellen gebildet, welche mit halb entglasten lichten Streifen wechseln, wie so häufig die Obsidiane von *Lipari*, theils voll Höhlungen, worin sich oft kleine, weifse, perlsteinartige Kügelchen finden. Van der Boon Mesch **).

XCV. Obsidian, haarförmiger, von *Hawai* (Sandwichinseln). B. Silliman ***).

XCVI. Glasiger. Derselbe.

	XCVII	XCVIII	XCIX	C
Kieselsäure	57,89	56,47	50,06	58,02
Thonerde	19,12	19,40	18,34	12,95
Eisenoxydul . . .	2,45	3,54	2,89	9,51
Manganoxyd	—	Spur	Spur	Spur
Kalkerde	1,21	0,67	1,29	1,92
Magnesia	1,10	0,72	1,17	1,18
Kali	9,23	3,12	5,81	0,13
Natron	6,65	11,17	4,49	1,87
Wasser	2,40	5,24	15,06	15,02
	100,05	100,33	99,11	100,60
Sauerst. Quot. . . .	0,455	0,476	0,477	0,345
Unlösliche Theile . .	13,14	17,78	17,74	24,20
Spec. Gew.	2,031	1,702	1,74	2,06

XCVII. Bimsstein vom *Krufter-Ofen* in der Nähe des *Laacher-See*, mit Einmengungen von glasigem Feldspath, Hauyn und einzelnen kleinen Hornblendekrystallen.

XCVIII. Bimsstein von *Neuwied* mit kleinen Thonschiefertheilchen, glasigem Feldspath, Spuren von Hauyn oder Nosean.

*) Berg- und Hüttenmännische Zeit. 1846. Erg. Heft S. 90.

**) Poggend. Annal. Bd. XII. S. 616.

***) Dana Min. p. 329.

XCIX. Bimsstein von *Engers* mit wenigen Spuren von glasigem Feldspath.

C. Bimsstein-Trümmergestein von *Gisselberg* bei *Marburg*. Kleine, durch ein nicht ganz entfernbares thoniges Bindemittel verbundene Körnchen. F. R. Schäffer *). Die Bimssteine wurden durch kohlensaures Natron und durch Salzsäure aufgeschlossen, welche letztere einen unlöslichen Rückstand liefs, dessen Mengen oben angegeben wurden. Er wies an mehreren Stellen im *Ohmthale*, in der Gegend von *Marburg* und *Giefsen* Ablagerungen von Bimssteinen nach, welche ihren Ursprung Ausbrüchen in der Nähe des *Laacher-See* und hauptsächlich im sogenannten *Krufter-Ofen* verdanken, und durch Westwinde zur Zeit des Ausbruchs, zum Theil auch durch Wasser aus dem obern *Lahnthal* an ihre jetzige Stelle gebracht worden, und mit den Bimssteinen in *Nassau* gleiche Entstehung haben sollen. Aus seinen Analysen schliefst er, dafs in diesen Bimssteinen das Verhältnifs der Thonerde und des Eisenoxyd zur Kieselsäure nahe dasselbe ist, dafs dagegen das zwischen den anderen Basen und der Kieselsäure nicht übereinstimmt, was von der Wirkung der Atmosphärilien herrührt, indem ihnen sehr basische Silicate der Alkalien entzogen wurden und Wasser an deren Stelle trat.

Eine grofse Zahl schätzenswerther Analysen von Obsidianen und Bimssteinen verdanken wir Abich **). Er bringt sie in zwei Gruppen.

*) Die Bimssteinkörner bei *Marburg* in *Hessen* und deren Abstammung aus Vulkanen der *Eifel*. Marburg 1851. Im Auszuge im Jahresbericht 1851. S. 862.

**) A. a. O. S. 62.

	CI	CII	CIII	CIV
Kieselsäure . .	60,52	60,79	61,08	62,42
K. mit Titansäure	0,66	1,46	1,45	0,74
Thonerde . . .	19,05	16,43	17,37	14,72
Eisenoxyd . . .	4,22	4,26	7,77	6,84
Manganoxyd . .	0,33	0,23	0,62	0,18
Kalkerde . . .	0,59	0,62	1,46	3,25
Magnesia . . .	0,19	0,79	4,02	3,28
Kali	3,50	2,97	1,82	1,55
Natron	10,63	11,25	2,85	4,74
Wasser	0,04	} 0,53	} 1,63 *)	} 2,41
Chlor	0,30			
	100,03	99,33	100,07	100,12
Sauerst. Quot. .	0,434	0,444	0,454	0,385
Spec. Gew. . .	2,528	2,477	1,983	2,571

Erste Gruppe. CI bis CVII. Schaumige Bimssteine, schmutzig-weifs und graulich-grün. CI. Obsidian von *Teneriffa.* CII. Bimsstein von *Teneriffa.* CIII. Von der Insel *Ferdinandea.* CIV. Vom Vulkan *Arequipa.*

	CV	CVI	CVII	CVIII
Kieselsäure . .	62,29	62,70	62,04	68,11
K. mit Titansäure	—	—	—	1,23
Thonerde . . .	16,89	16,98	16,55	8,21
Eisenoxyd . . .	4,15	4,98	4,43	8,23
Manganoxyd . .	Spur	0,39	—	Spur
Kalkerde . . .	1,24	1,77	1,31	0,14
Magnesia . . .	0,50	0,82	0,72	0,37
Kali	3,98	6,09	3,66	1,60
Natron	6,21	4,35	6,39	8,32
Wasser } . . .	} 3,89	0,76	} 3,84	1,73
Chlor }		0,52		0,70
	99,15	99,36	98,94	98,64
Sauerst. Quot. .	0,362	0,394	0,400	0,274
Spec. Gew. . .	2,417	2,490	2,411	2,530

*) Und Schwefelwasserstoff.

CV. Bimsstein von *Ischia*. CVI. Obsidian von der Insel *Procida*. CVII. Bimsstein der *Campi Flegraei*. Zweite Gruppe. CVIII bis CXII. Fasrig-haarförmige Bimssteine, weifs und seidenglänzend. CVIII. Bimsstein von der Insel *Pantellaria*.

	CIX	CX	CXI	CXII
Kieselsäure . . .	69,79	73,77	73,70	74,05
Thonerde . . .	12,31	10,83	12,27	12,97
Eisenoxyd . . .	4,66	1,80	2,31	2,73
Kalkerde . . .	1,68	1,21	0,65	0,12
Magnesia . . .	0,68	1,30	0,29	0,28
Kali	2,02	3,90	4,73	5,11
Natron	6,69	4,29	4,52	4,15
Wasser . . .	2,93	2,85	1,22	0,22
Chlor . . .			0,31	0,31
	100,76	99,95	100,00	99,94
Sauerst. Quot. .	0,274	0,225	0,235	0,235
Spec. Gew. . .	2,355	2,224	2,377	2,370

CIX. Bimsstein von der Insel *Santorin*. CX. Von *Llactacunga*. CXI. Von *Lipari*. CXII. Obsidian von *Lipari*.

	CXIII	CXIV	CXV
Kieselsäure . .	77,27	77,42	77,60
Thonerde . . .	11,85	12,08	11,79
Eisenoxyd . .	2,55	3,05	2,17
Kalkerde . . .	1,31	2,73	1,40
Magnesia . . .	Spur	Spur	—
Kali	2,44	4,32	2,30
Natron	4,15		4,21
Glühverlust . .	0,51	0,57	0,61
	100,08	100,17	100,08
Sauerst. Quot. . .	0,203	0,211	0,198
Spec. Gew.	2,358	2,363	2,394

CXIII. Brauner Obsidian vom *kleinen Ararat*. CXIV. Vollkommener homogener, schwarzer Obsidian von *Kiotang-*

dag, ähnlich dem von *Lipari*. CXV. Obsidianporphyr vom *großen Ararat*. Die Grundmasse dieses Gesteins, worin zahlreiche, dem Albit ähnliche kleine Zwillingskrystalle vertheilt sind, ist mehr dem Pechstein als Obsidian ähnlich. Abich*).

In den Obsidianen und Bimssteinen kehren alle quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile wieder, wie sie sich in den trachytischen Gesteinen überhaupt ergeben haben. Es liegt daher die Möglichkeit vor, dafs sich unter günstigen Umständen jedes trachytische Gestein in Obsidian und Bimsstein umwandeln kann.

Die Bimssteine XCVII bis C enthalten im wasserfreien Zustande 59,28; 59,39; 59,56 und 67,8 Kieselsäure-Procente. Diese Zahlen stimmen, mit Ausnahme des unreinen Bimsstein C, sehr nahe mit einander; sie zeigen aber, dafs diese Bimssteine zu den an Kieselsäure ärmsten gehören. Die vulkanischen Gesteine in den Umgebungen des *Laacher-See* enthalten, da sie Augit- und nicht Feldspathlaven sind, noch weniger Kieselsäure (nach meinen Untersuchungen 45 bis 50) aber viel Eisenoxydul (12 bis 23) und Kalkerde (7,5 bis 9 Proc.). Aus solchen Laven konnten die Bimssteine XCVII bis XCIX nicht entstanden sein. Dagegen sind die sogenannten vulkanischen Bomben, welche der, dem *Laacher-See* zugekehrte Krater am *Krufter Ofenberg* umher geschleudert zu haben scheint **), reich an glasigem Feldspath: ein Material, aus welchem diese Bomben hervorgegangen sind, konnte daher wohl auch jene Bimssteine geliefert haben; denn die Zusammensetzung von XCVII kommt in der That der der glasigen Feldspathe ziemlich nahe. Ueberdiefs ist das Vorkommen des glasigen Feldspath, des vorwaltenden Minerals der trachytischen Gesteine, in einem vulkanischen Gebiete, wo sich nur Augitlaven finden, bemerkenswerth und in Uebereinstimmung mit den vielfach beobachteten Uebergängen trachytischer Gesteine in doleritische.

Die Bimssteine sind, vermöge ihrer blasigen, durchlöcherten und schwammartigen Beschaffenheit mehr, als kaum ein anderes Gestein, Zersetzungsprocessen auf nassem Wege

*) Festrede. S. 43 ff.

**) von Oeynhausen a. u. a. O. S. 54.

ausgesetzt. Daher können Bimssteine, deren Zusammensetzung benachbarten Gesteinen wenig ähnlich ist, dennoch aus denselben hervorgegangen sein, sofern sie im Laufe der Zeit durch Fortführung oder durch Austausch von Bestandtheilen mehr oder weniger verändert worden sind. Die untersten Bimsstein-Bänke im Thale oberhalb *Nickenich* sind mit einer dünnen Kruste von Kalksinter überzogen; ohne Zweifel rührt dieser vom Kalkgehalte des Bimssteins der oberen Bänke her *).

Die Bildung der ersten Gruppe der Bimssteine und Obsidiane (S. 2229) aus trachytischen Laven (S. 2195—2199) ist leicht zu begreifen; denn es läfst sich fast jedem der ersteren eine der letzteren von nahe gleicher Zusammensetzung an die Seite stellen. Dasselbe ergiebt sich, wenn man die zweite Gruppe der Bimssteine und Obsidiane mit den Trachytporphyren vergleicht. Die vulkanische Bildung der Bimssteine dieser beiden Gruppen theils aus trachytischen Laven, theils aus Trachytporphyren ist daher ohne Schwierigkeit zu begreifen.

Abich **) hebt hervor, dafs sich bei Vergleichung der Zusammensetzung der Obsidiane mit der ihrer correspondirenden Bimssteine sehr nahe die gleiche Summe der Alkalien ergiebt, dafs aber der Kaligehalt in letzteren kleiner und der Natrongehalt gröfser als in ersteren ist. Er vermuthet, dafs diefs von einer theilweisen Verflüchtigung des Kali bei der Bimsstein-Bildung herrühre. Die Vergleichung der Analysen von XCVII mit XCVIII und XCIX führt aber zu einer anderen Erklärung. Ist es nicht zweifelhaft, und wir werden darauf wieder zurückkommen, dafs diese drei Bimssteine gleichen Ursprung haben: so werden wir zur Annahme geführt, dafs im Laufe der Zeit der gröfsere Theil des Kali durch Natron verdrängt worden sei. Die Bimssteine im *Krufter Ofen* bilden die oberste Lage; bei *Engers* und *Benndorf* liegt aber das Bimsstein-Conglomerat 13 bis 22 F. unter löfsartiger Dammerde und vulkanischem Sande. Jenen Bims-

*) C. v. Oeynhausen Erläuterungen zu der geognost. orograph. Karte der Umgebung des *Laacher-See*. S. 56.

**) A. a. O. S. 66.

steinen wurden daher keine Bestandtheile zugeführt, die einen Austausch hätten bewirken können, wohl aber konnten in dieses Bimsstein-Conglomerat Gewässer gelangen, welche Kochsalztheile aus den darüber gelegenen Lagen aufgenommen und dadurch eine Umwandlung des Kalisilicat in Natronsilicat bewirkt hatten (Bd. II. S. 986). Dafür dürfte sogar sprechen, dafs das Bindemittel dieses Conglomerats Löfs ist, welcher aus den oberen Lagen in die Bimsstein-Lagen mechanisch herabgeführt worden zu sein scheint.

Wir würden Anstand genommen haben, diese Ansichten auf jene wenigen Analysen zu gründen, wenn nicht bei weitem die meisten Bimssteine und Obsidiane Natron in gröfseren Mengen als Kali enthielten. Finden sich zwar auch trachytische Laven und Trachytporphyre, in denen Natron gegen Kali vorwaltend ist: so giebt es doch keine unter ihnen, worin jenes 3 bis 5 Mal so viel als dieses beträgt, wie diefs bei mehreren Bimssteinen und Obsidianen der Fall ist. Die späteren beträchtlichen Veränderungen in den Bimssteinen zeigen sich ferner darin, dafs in einigen derselben die Mengen der Alkalien nur 6, 4,6 und 2 Proc., mithin bei weitem weniger betragen, als in irgend einer trachytischen Lava. Aus diesen Bimssteinen wurde der gröfste Theil der Alkalien fortgeführt, ohne einen Ersatz von aufsen erhalten zu haben. Auf der anderen Seite deutet das, von Abich in allen von ihm analysirten Bimssteinen nachgewiesene Chlor, mag es an Natrium oder an Kalium gebunden sein *), auf eine Umwandlung des Kalisilicat in Natronsilicat hin: eine Umwandlung, die um so leichter zu begreifen ist, wenn die trachytischen Laven, wie auf den *italienischen* Inseln, in Berührung mit Meerwasser gekommen sind.

Unsere Aufmerksamkeit nimmt der in Schäffer's Analysen bis auf 15 Proc. steigende Wassergehalt der Bimssteine besonders in Anspruch. Hier zeigt sich ganz entschieden, wie unzweifelhaft auf vulkanischem Wege gebildete Substanzen spätere Veränderungen auf nassem Wege

*) Schon Klaproth (Beitr. Bd. II. S. 63) fand in dem Wasser, womit er Bimsstein von *Lipari* ausgekocht hatte, geringe Anzeigen von Salzsäure.

erleiden. Auffallend ist die mit dieser Wasseraufnahme verknüpfte Abnahme der in Säuren löslichen Theile *). Dieses Verhältnifs läfst keine andere Erklärung zu, als dafs der, durch vulkanische Hitze gleichsam aufgeschlossene und in Säuren auflöslich gewordene Bimsstein, durch Verlust von Bestandtheilen und Aufnahme von Wasser, in Gemengtheile zerfällt, die ein verschiedenes Verhalten zu Säuren besitzen **). Zieht man in den Analysen XCVII bis XCIX die durch Salzsäure ausgezogenen Theile von der Zusammensetzung des Ganzen ab: so erhält man Rückstände, welche wesentlich aus Kieselsäure und Thonerde bestehen, während der salzsaure Extract einige Aehnlichkeit mit zeolithischen Substanzen, welche freie Kieselsäure enthalten, hat.

C. v. Oeynhausen ***) sprach schon die Ansicht aus, dafs die Bimsstein-Ueberschüttungen in den Umgebungen des *Laacher-See* nur aus dem *Krufter Ofen* hervorgegangen sein können, und dafs sie bei vorherrschenden Nordwest- und Südwestwinden erfolgt seien. Er zieht eine scharfe Grenze über das Bergplateau von *Kell* und über den *Rhein* bis in das Thal des *Wiedbach*, unterhalb welcher, rheinabwärts, kein Bimsstein gefunden wird. Innerhalb der Ueberschüttungen ist dagegen die ganze Gegend mit Bimsstein bedeckt, offenbar durch einen Niederfall aus der Luft.

In dem geräumigen Krater des *Krufter Ofen* findet sich

*) Sollte diese Zersetzbarkeit eine Eigenthümlichkeit des Bimsstein vom *Laacher-See* und mit dessen verhältnifsmäfsig geringen Kieselsäuregehalt verknüpft sein? Als Klaproth (a. a. O. S. 65) Bimsstein von *Lipari* mit der 12fachen Menge Salzsäure kochend digerirte, wurde kaum $\frac{1}{8}$ Proc. aufgelöst. Ebenso wenig wurde er von Schwefelsäure angegriffen. Abich erwähnt nicht, ob er die von ihm analysirten Bimssteine mit Säuren behandelt habe.

**) Nicht uninteressant würde es sein, wenn Bimssteine, welche, wie XCVII und XCVIII, noch die ganze Menge ihrer Alkalien, wenn auch Natron gegen Kali ausgetauscht enthalten, geglüht und hierauf mit Säuren behandelt würden, um zu ermitteln, ob sie vielleicht auf diese Weise ganz oder fast ganz aufschliefsbar in Säuren werden.

***) A. a. O. S. 52 ff.

der Bimsstein in gröfster, über 100 F. steigender Mächtigkeit; auch grofse Blöcke von Lava und Thonschiefer kommen in ihm vor. Die dem *Krufter Ofen* zugekehrten Abhänge des *Plaidter* und *Krufter Hummrich* und die vorliegende Ebene des *Neuwieder* Beckens sind vorzugsweise hoch mit Bimsstein überschüttet; die Mächtigkeit dieser Ueberschüttungen nimmt jedoch mit der Entfernung vom *Krufter Ofen* ab. Aber auch der dem *Laacher-See* zugekehrte Krater dieses Berges mufs Bimsstein und Asche in ansehnlicher Menge ausgeworfen haben, und von demselben dürfte sich hauptsächlich die Ueberschüttung des *Laacher*-Kessels, so wie der Gegend nach *Wassenach* und *Bell* hin ableiten lassen. Wenn auch, fährt v. Oeynhausen fort, diese Ueberschüttungen nicht in grofser Zahl stattgefunden zu haben scheinen: so deutet doch das Verhältnifs des Bimssteins zum Duckstein, und das häufige Vorkommen von ein oder zwei schmalen Lettenstreifen in den Bimsstein-Ablagerungen wenigstens auf zwei Ueberschüttungen.

Die Ueberschüttung mit losen Bimssteinen bildet überall die oberste Schicht; wo er translocirt und mit Löfs gemengt wurde, entstand aus den abgerundeten Bimssteinen ein Conglomerat, wie das bei *Engers*, welches eine locale Süfswasser-Bildung ist. Dieses ist auf Flufsgeschieben gelagert; an einer Stelle wurden letztere jedoch 30 Fufs unter der Oberfläche noch nicht erreicht. Zwischen *Urmitz* und *Weifsenthurm*, wo das steile linke Rheinufer wohl über 20 F. hoch ist, liegen zu unterst Flufsgeschiebe, darüber Löfs, dann eine weifse lose Bimsstein-Schicht bis 6 F. mächtig und darüber etwas löfsartige Dammerde. Man kann vom Dampfschiffe aus diese Bimssteinschicht weithin nach *Coblenz* verfolgen. Rheinabwärts finden sich Bimsstein-Ablagerungen noch unterhalb *Cöln* und selbst bei *Xanten*. Sie liegen häufig in verlassenen Flufsbetten, z.B. bei *Bonn* in der Nähe der Baumschule, und stets 10 bis 20 Fufs über dem jetzigen Niveau des Flusses, und sind durch den Strom dahin geführt worden. Noch jetzt führt der *Rhein* bei hohem Wasserstande Bimssteine mit sich fort, welche theils von jener Bimssteinschicht am Ufer des *Rhein*, theils von Bächen herrühren, die durch das Bimsstein-Gebiet fliefsen.

Wenn aus dem *Krufter Ofen* auch nur eine einzige Bimsstein-Eruption erfolgt wäre: so ist doch kaum zu vermuthen, dafs solche bedeutende Massen auf einmal ausgeschleudert wurden. Das Zusammentreffen mit anhaltenden Nordwest- und Südwest-Stürmen könnte natürlich nur ein zufälliges gewesen sein. Dafs die ausgeworfene vulkanische Asche bis zu unglaublichen Entfernungen fortgetrieben wird, ist bekannt *). Selbst in einer Entfernung von 225 Meilen von dem kleinen Vulkan *Cosiguina*, am Meerbusen von *Fonseca* in Central-*America*, soll, nach seiner Eruption im Januar 1835, das Meer mit schwimmenden Bimssteinen bedeckt gewesen sein **). Von dieser Seite her steht der Annahme nichts entgegen, dafs die Bimssteine in dem, nur 2 geogr. Meilen vom *Krufter Ofen* entfernten Lager bei *Engers* und selbst in den oben erwähnten, viel weiter entfernten Orten ihren Weg durch die Luft genommen haben können.

Das Vorkommen der vorhin angeführten Bimssteinlager zeigt, dafs zur Zeit der Bimsstein-Eruptionen der *Rhein* einen höheren Wasserlauf hatte als jetzt. So wie das Liegende und das Hangende der Bimssteinschicht zwischen *Urmitz* und *Weifsenthurm*, so ist auch diese ein Absatz des Stroms. Vor dem Absatze derselben, als der *Rhein* einen 10 bis 20 Fufs höheren Wasserstand als jetzt gehabt hatte, mufste das ganze *Neuwieder* Becken von ihm überfluthet gewesen sein. Die Strömung des *Rhein* durch einen mehr als eine halbe Meile breiten See konnte aber nur gering gewesen sein. Die diesem See zugeführten und so leicht schwimmenden Bimssteine konnten gegen die schwache Strömung durch Winde geführt und da abgesetzt werden, wo wir sie jetzt auf der rechten Rheinseite in den Conglomeraten finden ***).

*) Naumann's Lehrb. d. Geognos. Bd. I. S. 142. Lyell Principles 7th ed. p. 335.

**) Archiac, Histoire des progrès etc. T. I. p. 559.

***) Will man mit Nöggerath (Rheinland-Westphalen. Bd. III. S. 89) annehmen, dafs zur Zeit der Bimsstein-Eruptionen das damalige Rheinbett bei *Andernach* noch bis zu einem gewissen Niveau durch einen Damm des Uebergangsgebirges geschlossen war: so würde die Strömung in den See um so schwächer gewesen sein.

Der Krater des *Krufter Ofen* öffnet sich gegen Osten, genau in der Richung nach *Neuwied*, während er nach anderen Seiten hin von den höchsten Bergen in den nächsten Umgebungen des *Laacher-See* eingeschlossen ist. Wurden daher die Bimssteine nur bis zu mäfsiger Höhe emporgeschleudert: so konnten sie keinen anderen Ausweg als nach Osten finden *). Vom Dorfe *Kruft*, 1000 Ruthen in östlicher

*) Verfolgt man die Bimsstein-Ueberschüttung in östlicher Richtung bis zur *Mosel*: so ergeben sich folgende Höhenverhältnisse. Die beiden *Hummriche* bei *Kruft* und *Plaidt* liegen 111 und 118 Fufs über dem tiefsten Puncte im *Krufter Ofen*; die Bimssteine ziehen sich so hoch am Gehänge hinauf, als dessen Steilheit es erlaubt. Der *Grofse Wannen* zwischen *Saftig* und *Ochtendung* liegt 90 Fufs, der *Camillenberg* bei *Ochtendung*, der höchste der dortigen Gegend, 366 F. über diesem Puncte; auf den Gipfeln beider Berge fand ich keine Bimssteine, aber an den Abhängen in grofser Menge. Das Gebirgsplateau, welches die Strafse von *Coblenz* nach *Trier* durchschneidet und sich bei dem Hause *Eiserne Hand* 91 F. über genannte Puncte erhebt, ist ganz mit Bimsstein überschüttet. Beim Abteufen eines Brunnens daselbst fand man das Bimssteinlager 6 F. mächtig und bis zu 50 F. Tiefe Lehm und Thon. An mehreren Stellen wird es in einer Tiefe von kaum 1 F. von einer, nur einige Zoll dicken Lehmbank, unter welcher die Bimssteine feiner werden, durchzogen. An Abhängen fehlt häufig das obere Bimssteinlager und der Lehm kommt zu Tage; jenes ist durch die Gewässer herabgespült worden. Auf dem *Altenforst* zwischen *Wolken* und *Winningen* an der *Mosel*, dessen Höhe der des *Camillenberg* ziemlich nahe kommen mag, kommt der Thonschiefer ohne Bimsstein-Bedeckung zu Tage. Auch auf v. Oeynhausen's geognost.-orograph. Karte findet sich diese Bedeckung nur an den Abhängen, und an dem nahe gelegenen *Rosenberg* bei *Commern* fehlt sie ganz. Die gröfste Höhe, bis zu welcher die Bimssteine aus dem *Krufter Ofen* geschleudert wurden, wird daher 100 Fufs nicht übersteigen. Dafs auf dem *Grofsen Wannen* und auf den noch niedrigeren, in seiner Nähe liegenden fünf Schlackenkegeln die Bimssteine fehlen, während sie bei der eben so hoch und noch höher liegenden *Eisernen Hand* in grofsen Mengen vorkommen, rührt wohl davon her, dafs sie dort durch Regengüsse und durch den aufthauenden Schnee von den, zum Theil spitzigen Köpfen herabgeführt wur-

Richtung vom *Krufter Ofen* entfernt, zieht sich ein Thal nach *Plaidt* und mündet sich hier in das *Nette*-Thal, welches sich, *Neuwied* gegenüber, mit dem *Rhein*-Thal vereinigt. Dafs die

den. Nach dem Nivellement liegt indefs die *Eiserne Hand* nur 5 bis 24 F. über dem tiefsten Puncte im *Krufter Ofen*.

Auf der rechten Rheinseite finden sie sich dagegen auf gröfseren Höhen. Der höchste Punct derselben ist nördlich von *Rengsdorf*, auf der linken Seite des *Wiedbach*, 240 Fufs über dem tiefsten Puncte im *Krufter Ofen* (v. Dechen in den Verhandl. d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. s w. Jahrg. VII. S. 466). Die Bimsstein-Bedeckungen östlich nach der *Mosel* hin und nordöstlich über den *Rhein* in das Herzogth. *Nassau* u. s. w. hinein scheinen daher zwei verschiedenen Eruptionen anzugehören, und in der letzteren scheinen die Bimssteine höher hinaufgeschleudert worden zu sein, als in der ersteren. Da nun die höchste Spitze des *Krufter Ofen* gegen Westen 672 Fufs über dem tiefsten Puncte in demselben liegt: so hätten sie 432 Fufs höher, als sie sich auf dem höchsten Puncte der Bimsstein-Ablagerung bei *Rengsdorf* finden, geschleudert werden müssen, wenn sie sich nach dieser Gegend hin hätten verbreiten sollen.

Man kann sich nicht vorstellen, dafs so leichte und zum Theil so kleine Körper, wie die Bimssteine, gleich Bomben aus Wurfgeschossen in Bogenschüssen fortgetrieben wurden; denn meilenhoch hätten sie ansteigen müssen, wenn sie einen meilenweiten Weg hätten zurücklegen sollen, und je stärker man sich die Wurfkraft denkt, desto mehr wächst der Widerstand der Luft. Wären sie auf solche Weise fortgeschleudert worden: so hätten die gröfsten Bissteine mindestens eben so weit wie die kleinsten fortgejagt werden müssen, und man würde sie auf allen Höhen finden; beides widerspricht aber ihrem Vorkommen.

Es ist daher nur zu denken, dafs die aus dem Krater bis zu mäfsigen Höhen geschleuderten und durch die gleichzeitig aufgestiegenen Dämpfe höher hinaufgetragenen Bimssteine vom Winde erfafst und fortgejagt wurden, mochten sie in senkrechter oder schiefer Richtung ausgeworfen worden sein. Am leichtesten wurden sie fortgetrieben, wenn sie in der Richtung des Windes schief emporgeschleudert worden waren. Die kleineren unter den, in den nächsten Umgebungen des Vulkan niedergefallenen Bimssteinen konnten durch erneuerte heftige Winde weiter und immer weiter und bis zu solchen Entfernungen, wo wir sie jetzt finden, fortgeführt werden.

Bimssteine nach dieser Richtung hin geschleudert wurden, zeigt das schon erwähnte Vorkommen derselben an den, dem *Krufter Ofen* zugekehrten Abhängen des *Plaidter* und *Krufter Hummrich.* Bei hohem Wasserstande führte daher und führt noch der Bach im *Krufter* Thale Bimssteine in die *Nette* und dieser Flufs sie in den *Rhein.* Diese Terrain-Verhältnisse erklären daher die Fortführung der Bimssteine aus der Nähe des *Krufter Ofen* in die ehemalige Strom-Erweiterung des *Rhein* ohne alle Schwierigkeit. Wurden diese Gesteine nicht durch Winde stromaufwärts getrieben: so folgten sie der Strömung des *Rhein* und unterhalb seines, zwischen *Andernach* und *Königswinter* im Thonschiefergebirge eingeschlossenen Laufes kamen sie, und zum Theil weit davon entfernt, zum Absatze.

Mit dieser Erklärung des Absatzes der Bimssteine auf der rechten Rheinseite soll aber keineswegs v. Oeynhausen's Ansicht ausgeschlossen wesden. Stammen die auf bedeutenden Höhen bis in das *Nassauische* und noch weiter hin vorkommenden Bimssteine von Eruptionen in der Nähe des *Laacher-See* ab: so bleibt für diese kein anderer Weg als durch die Luft übrig *).

Es ist endlich noch zu beachten, dafs die Höhen auf beiden Seiten der *Mosel*, und an einigen Stellen sogar die Ufer des Stroms mit Bimssteinen bedeckt sind. Bei ho-

*) Man kann die Bimssteine vom *Laacher-See* bis *Marburg* verfolgen, und die Körner nehmen an Gröfse ab, je weiter man fortschreitet. Bei *Marburg* haben die gröfsten gewöhnlich $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ Lin., bei *Freilingen* und *Wölferlingen* noch $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Neben den vorherrschenden Bimssteinkörnern erkennt man auch Körner, welche allen Uebergängen aus trachytischer Masse bis in Bimsstein entsprechen, ferner schwarze Schlacken, ähnlich denen, welche bei *Wassenach* am *Laacher-See* vorkommen. Unter letzteren sind auch manche, welche eckige Stückchen einer nicht oder doch nur wenig veränderten schieferigen Grauwacke u. s. w. einschliefsen. Wo sich die Bimssteinkörner in gröfseren Flufsthälern, wie bei *Marburg* u. s. w. finden, sind sie bisweilen gemengt mit feinerem Bimssteinstaub, der an einzelnen Stellen vorherrscht. Hessel in Poggend. Annal. Bd. LXXIX. S. 319.

hem Wasserstande wurden diese wie jene, durch Regenwasser herabgeschwemmten Bimssteine in den *Rhein* geführt, und da gerade das Bimsstein-Conglomerat bei *Engers* in der Richtung des sich nach Süden krümmenden Stromes liegt: so gewinnt die Ansicht, dafs die dort abgesetzten Bimssteine, wenigstens zum Theil, diesen Weg genommen haben, sehr an Wahrscheinlichkeit.

Dafs Bimssteine, welche sich aus dem Wasser absetzten und lange Zeiträume mit demselben in Berührung blieben, bedeutende Veränderungen erleiden mufsten, und dafs namentlich für den Austausch ihres Kaligehaltes gegen das Natron im Kochsalze der Flufswasser die günstigsten Bedingungen gegeben waren, ist von selbst klar. Schritt ihre Zersetzung noch weiter fort, verminderten sich fortwährend ihre Alkalien: so blieb endlich ein eisenhaltiger Thon übrig. Das Bimsstein-Trümmergestein C ist schon nahe dieser völligen Zersetzung.

M. Trachyttuffe.

Sie sind deutlich geschichtet, meist weifs oder lichtgrau, gelb, roth und grünlich gefärbt, sie enthalten nicht selten Nester und Trümmer von Opal und bisweilen Pflanzenreste; sie sind aus mehr oder weniger feinem Trachyt- und Bimssteinschutt entstanden. Von den Trachyttuffen im *Siebengebirge* war schon S. 2186 die Rede. Nach **Abich** *) sind die folgenden Trachyttuffe zusammengesetzt aus durch Salzsäure

		unzersetzbaren Theilen	zersetzbaren Theilen
CVI.	Gelber Tuff von *Nola* . .	21	79
CVII.	„ „ „ *Pausilipp* .	9,8	90,2
CVIII.	Weifser Tuff von *Pausilipp*	12,42	89,58
CIX.	Tuffgestein vom *Epomeo*	24,78	75,22
CX.	Tuff aus dem Krater des *Monte Nuovo*	21,51	78,49

Die durch Säuren unzersetzbaren Theile bestehen gröfs-

*) Geol. Beob. S. 89 ff.

tentheils aus glasigem Feldspath, die zersetzbaren, welche nur analysirt wurden, stellen dagegen wasserhaltige Silicate von ungleicher Mischung dar. CVI bis CVIII steht einem kalkhaltigen Analcim am nächsten, CIX und CX ist als ein wasserhaltiger Oligoklas zu betrachten *).

Die weifsen bimssteinreichen Tuffe liegen stets auf den gelben, an Bimsstein ärmeren Tuffen. Letztere enthalten Fragmente von glasigem Feldspath, Augit und Hornblende, zahlreiche Parthien einer anscheinend zersetzten Thonsubstanz, Trachyt-Bruchstücke und manchmal Muschelschalen.

Die Bimssteintuffe entstanden aus mechanisch zertheilten und theilweise chemisch zersetzten Bimssteinen. Die Jaspopale oder Holzopale (verkieselte Stammtheile) welche sie manchmal, namentlich in *Ungarn*, einschliefsen, denten auf solche Zersetzungen, wodurch Kieselsäure, wahrscheinlich als alkalische Silicate (Bd. I. S. 828), ausgeschieden wird **). Diese Kieselsäure lieferte auch das Material für Kieselpanzer der Süfswasser-Infusorien, welche Ehrenberg in manchen (zwischen *Neapel* und *Puzzuoli*, Umgebungen des *Laacher-See* u. s. w. S. 1251) in grofser Menge fand ***). Auch Ueberreste von marinen Conchylien finden sich in anderen Bimssteintuffen.

Die Puzzolane, eine Art vulkanischer Asche vom *Vesuv*, wurde unter Elsner's Leitung von Reinhardt und Stengel analysirt †). Diesen Analysen zu Folge besteht sie aus einem, durch Salzsäure zersetzbaren und unzersetzbaren Antheil ††).

*) Rammelsberg Suppl. IV. S. 244.

**) Am Fufse des *Hummrich* bei *Nickenich*, wo Bimssteinsand auf Thonschiefer liegt, bildet jener mit Thonschieferbrocken ein Conglomerat, welches zu Bausteinen benutzt wird. In demselben finden sich bis faustgrofse Bimssteine. Wahrscheinlich ist Kieselsäure, durch theilweise Zersetzung des Bimssteins ausgeschieden, auch hier das Cement.

***) Monatsberichte d. Acad. d. W. zu Berlin 1850. S. 351. Auch in Bimssteinlagern im *Lahnthal* bei *Marburg* fanden sich Kieselpanzer von Infusorien. Eckhard in Poggend. Annal. Bd. LXXIX. S. 322.

†) Journ. f. pract. Chem. Bd. XXXIV. S. 438.

††) Nach der einen Analyse nähert sich der unzersetzbare Theil

Der Trafs oder Duckstein, welcher in bedeutenden Massen im *Brohl*- und *Nette*-Thal abgelagert ist, reiht sich dem Bimssteintuffe an, indem er sehr oft Bimssteinfragmente, manchmal in grofser Zahl einschliefst. Nach der Analyse von Illgner *) hat er eine, den Augitlaven und Augittuffen ähnliche Zusammensetzung; er erscheint daher als ein Gemeng von Eruptionsproducten aus verschiedenen Zeiten, da die Bimssteine in den Umgebungen des *Laacher-See* stets jünger als jene augitischen Massen sind. Man findet in ihm auch Bruchstücke von Thonschiefer, Augitlava, Basalt u. s. w., so wie ganz oder halb verkohlte Stämme, Zweige und Blätter von dikotyledonen Bäumen. Diese Pflanzenreste sind aber gewifs nicht etwa durch vulkanische Hitze, sondern auf nassem Wege verkohlt worden. Den Trafs halten Steininger **) und v. Oeynhausen für eine eruptive, im schlammartigen Zustande aus Spalten ausgeflossene Masse.

Im *Brohlthal* findet er sich an den Abhängen des Thonschiefergebirges an verschiedenen Stellen bis zu Höhen von 150 Fufs über der Thalsohle angelagert. Hatte er, wie nicht zu zweifeln, zur Zeit seiner Ablagerung das ganze Thal erfüllt: so mufste der *Brohlbach*, der bis dahin sein Bett im Thonschiefer ausgetieft hatte, sich ein neues in Trafs austiefen. Von *Brohl* bis *Tönnisstein* hat der Bach allen Trafs weggewaschen; denn er fliefst auf Thonschiefer; weiter aufwärts nach *Burgbrohl* hin dagegen gröfstentheils auf Trafs oder auf früheren Absätzen. Oberhalb *Burgbrohl*, nahe am

dem Albit oder glasigem Feldspath; nach der anderen kommt er aber bis auf die letzte Decimalstelle mit der berechneten Zusammensetung des Orthoklas in Rammelsberg's Handwörterbuch Abth. I. S. 234 überein und enthält, wie diese, keine Spur von Natron. Es kann nicht zweifelhaft sein, dafs wenigstens dieser Theil der Analyse blofs ein verhülltes Rechenexempel ist. Defshalb schwindet überhaupt das Vertrauen zu diesen Analysen, und erst eine sorgfältige Wiederholung mufs zeigen, ob die Puzzolane aus der Zersetzung trachytischer Gesteine hervergegangen sein können.

*) Journ. f. pract. Chem. Bd. XXXIII. S. 21.

**) Die erloschenen Vulkane in der Eifel und am Niederrhein 1820. S. 104 ff.

Dorfe, im Thale von *Glees*, wo der Trafs durch einen Steinbruch aufgeschlossen ist, kann man, mitten in demselben, an einer steilen Wand das ehemalige Bachbett, durch ein Geröll-Lager angezeigt, eine Strecke weit verfolgen. Dieses ehemalige Bachbett liegt ungefähr 20 Fufs über dem jetzigen, und zeigt, wie sich der Bach nach und nach im Trafs eingegraben hat. Das Trafslager, welches auf diesem Gerölle liegt, ist ohne Zweifel eine spätere Anschwemmung.

Der Annahme, dafs der *Brohlbach* und die zur nassen Jahreszeit in ihn fliefsenden trüben Gewässer das bedeutende Trafslager im *Brohlthal* abgesetzt habe, steht mehreres entgegen. Das Gefälle dieses Baches ist bedeutend; denn es beträgt von *Burgbrohl* bis an den *Rhein*, auf einer Länge von 1500 Ruthen, 300 Fufs. Ein so schnell fliefsender Bach konnte in früheren Zeiten eben so wenig, wie jetzt, schwebende Theile absetzen, und dazu kommt noch, dafs bei *Brohl,* ganz in der Nähe des *Rhein*, der Trafs noch 30 Fufs und mehr über dem höchsten Wasserstande des Stroms ansteigt. So hoch konnte der *Brohlbach* durch seine eigenen Absätze nicht aufgestauet werden. Ueberdiefs fehlt dem Trafs eigentliche Schichtung; doch erscheint er nicht selten bankartig abgesondert. Es ist daher nur anzunehmen, dafs der Trafs entweder, nach der Ansicht v. Oeynhausen, als eine schlammige Masse in das *Brohlthal* gedrungen, oder dafs er dahin durch die Luft als vulkanische Asche *), wie man sie jetzt noch an mehreren, dem *Brohlthal* zugekehrten Abhängen, z. B. zwischen dem *Laacher-See* und *Wassenach* findet, geführt worden sei. Im letzteren Falle würde der dadurch aufgestaute Bach die ganze Masse nach und nach durchdrungen und theils mechanisch, theils chemisch cementirt haben. Die gleichzeitig auf die umgebenden Höhen gefallene Asche würde durch Gewässer auf die Thalausfüllung geschlämmt worden sein. Nach völliger Durchdringung der ganzen Masse durch die Gewässer würde endlich der Bach gezwungen worden sein, auf der neuen Oberfläche zu fliefsen und sich hier ein neues Bett auszutiefen, während die Trafsmassen am Thal-

*) Vergl. auch Nöggerath a. a. O. S. 88.

gehänge, wo sie in Biegungen des Thales gegen den Angriff des Baches geschützt waren, zurückgeblieben wären.

Obgleich eine solche Entstehung des Trafs auch im *Nettethal* stattgefunden haben mag: so kann doch gedacht werden, dafs er hier vorzugsweise ein Absatz des Flusses ist, denn die *Nette*, welche ein viel geringeres Gefälle als der *Brohlbach* hat, fliefst von *Plaidt* bis in den *Rhein* durch ein weites, von flachen und niedrigen Abhängen eingeschlossenes Thal, in welchem sich die schwebenden Theile aus dem zur Fluthzeit ausgetretenen und stagnirenden Wasser leicht absetzen konnten.

Schafhäutl *) analysirte den Trafs, welcher im *Riese* bei *Nördlingen* mit granitischen Bildungen vorkommt. Er ist verschieden von dem Trasse des *Brohlthales*, von der Puzzolane und von den vulkanischen Tuffen überhaupt, und ist einem Perlsteingebilde ähnlich, obgleich er weniger Kieselsäure (67,55 Proc.) als dieses besitzt. Sein bedeutender Gehalt an Kali (6,7 Proc.) und sein geringerer an Natron (2,7) unterscheidet ihn indefs vom Perlstein, und macht ihn den Graniten mit geringem Kieselsäuregehalte ähnlicher. Vielleicht ist er ein zersetzter Granit mit Verlust von etwas Kieselsaure, welches auch seinem Vorkommen mit granitischen Bildungen entsprechen möchte.

Versuchen wir, auf den Grund vorliegender Analysen, die trachytischen Gesteine zu classificiren: so stofsen wir auf viele Schwierigkeiten. Wie bei allen, so finden auch bei den trachytischen Gebirgsgesteinen Uebergänge aus einer Classe in die andere statt. Wo die Differenzen in ihrer Zusammensetzung bedeutend sind, da ist es nicht schwierig zu classificiren; wo sie aber gering sind, da wird die Classification schwankend, und es bleibt unbestimmt, ob überhaupt nur Uebergänge vorliegen, oder ob die Gesteine Mischlinge aus verschiedenen Classen sind.

Da die trachytischen Gesteine wesentlich Feldspathgesteine sind, worin der glasige Feldspath der vorherrschende ist: so sind wir berechtigt, diejenigen Gesteine, deren Zusammensetzung dem Sauerstoffquotienten dieses Feldspaths,

*) n. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1849. S. 641 ff.

= 0,333 nahe kommt, und in welchen Kalkerde und Magnesia in sehr untergeordneten Verhältnissen auftreten, für normale Trachyte zu halten *). Die Zahl dieser normalen Trachyte ist sehr gering, und es ist eigentlich nur der Trachyt vom *Drachenfels* (I), der diese Bedingungen erfüllt.

Mit zunehmendem Oligoklas erhöht sich der Sauerstoffquotient, und er könnte, möglicher Weise, bis auf 0,444 steigen, wenn es Trachyte geben sollte, in denen der glasige Feldspath ganz zurückträte und durch Oligoklas ersetzt würde. Solche Trachyte sind aber nicht bekannt; wo Oligoklaskrystalle auftreten, zeigen sie sich stets nur in untergeordneten Verhältnissen. Auf Oligoklas-Theile in der Grundmasse ist zu schliefsen, wenn der Natrongehalt zunimmt und der Kaligehalt abnimmt. Man könnte die trachytischen Gesteine mit bedeutendem Gehalte an Oligoklas in eine eigene Classe bringen; zwischen derselben und der der normalen Trachyte würde aber keine bestimmte Grenze zu ziehen sein.

Eine Zunahme des Sauerstoffquotienten führt auch die Gegenwart des Labrador, dessen Sauerstoffquotient = 0,667 ist, herbei; damit mufs aber eine noch gröfsere Abnahme des Kaligehaltes und eine Zunahme der Kalkerde verknüpft sein, wie diefs XXXVIII zeigt. Die Zahl der trachytischen Gesteine, in deren Grundmasse labradorische Theile vorhanden sind, ist nicht gering (S. 2213); es sind die Trachytdolerite, welche in die zweite Classe der trachytischen Gesteine zu bringen sind.

Sinkt der Sauerstoffquotient unter 0,333: so ist im trachytischen Gesteine auf freie Kieselsäure zu schliefsen, mag sie mineralogisch nachgewiesen werden können (S. 2203) oder nicht (S. 2178). Die Gesteine XXII und XXXVIII zeigen sogar die Gegenwart von Quarz, obgleich ihr Sauerstoffquotient weit über 0,333 steigt. Die Zahl der trachytischen Gesteine, deren Sauerstoffquotient unter 0,333 fällt, ist bei weitem die gröfste: es sind die Trachytporphyre, welche die dritte Classe der trachytischen Gesteine bilden.

*) Da der Albit denselben Sauerstoffquotienten wie der glasige Feldspath hat: so kann, möglicher Weise, eine trachytische Grundmasse, deren Sauerstoffquotient sich 0,333 nähert, neben glasigem Feldspath mehr oder weniger Albit enthalten.

Ist die Zersetzung der trachytischen Gesteine mit einer theilweisen Fortführung der Basen verknüpft: so vermindert sich in Folge dieser Zersetzung der Sauerstoffquotient; ein solches Gestein nähert sich dann den Trachytporphyren. Da jedoch die äusseren Kennzeichen, das Bleichen und die Kaolinisirung der trachytischen Gesteine, in Verbindung mit dem leicht nachweisbaren zunehmenden Wassergehalte, den zersetzten Zustand leicht erkennen lassen: so wird man in Betreff der Classificirung solcher Gesteine nicht in Verlegenheit kommen. Nimmt bei der Zersetzung der trachytischen Gesteine die Thonerde, wenn auch wahrscheinlich nur relativ zu, wie diefs III und IV, so wie die unten (S. 2248) folgenden Analysen und namentlich die Trachytconglomerate VII und VIII zeigen: so compensirt diese Erde den Verlust an Alkalien und alkalischen Erden, und es kann dann sogar, wie III und IV darthun, der Sauerstoffquotient steigen.

Das Vorkommen der Perl- und Pechsteine, ihre niedrigen Sauerstoffquotienten und ihr Gehalt an Wasser und bituminösen Substanzen (LXXXI) bringen diese Gesteine in die Kategorie der veränderten Trachytporphyre (S. 2201 und 2221). Sie zeigen indefs in ihrer Zusammensetzung zum Theil auffallende Anomalien (LXXIII und LXXV und LXXXIII), wie namentlich der in einigen so sehr hervortretende Kalkgehalt, welcher sich mit der Entstehung aus Trachytporphyren nicht einigen lässt. Einer Revision der Analysen dieser Gesteine und einer genauen Scheidung beider Alkalien von einander mufs übrigens die nähere chemische Kenntnifs derselben vorbehalten bleiben.

Die Sauerstoffquotienten variiren in den Obsidianen zwischen 0,155 und 0,521, in den Bimssteinen zwischen 0,225 und 0,477; jedes trachytische Gestein kann sich daher in Obsidian und Bimsstein umwandeln (S. 2231), und dafs solche Umwandlungen wirklich statt gefunden haben, zeigt das Zusammenvorkommen dieser Gesteine (S. 2201, 2205, 2206, 2209, 2219, 2223, 2239 Note und LI). Fänden nicht bei Umwandlung trachytischer Gesteine in Obsidiane und Bimssteine, in Folge später eintretender Processe auf nassem Wege (wie namentlich bei den Bimssteinen), Veränderungen in den quantitativen Verhältnissen der Basen statt (S. 2231 ff.): so könnte

man die Obsidiane und Bimssteine ebenso wie die trachytischen Gesteine classificiren. Dafs aber auch Gesteine, welche in ihrer Zusammensetzung ganz von trachytischen abweichen, Obsidiane liefern können, zeigen XCV und XCVI.

Die Sauerstoffquotienten des feldspathigen Theils der Phonolithe III (*b*) bis VI (*b*) und IX (*b*) nähern sich dem des normalen Trachyt so sehr, dafs man diese Phonolithe als Trachyte, gemengt mit zeolithischen Substanzen, betrachten kann. Werden die letzteren theils zersetzt, theils ausgeschieden (S. 2148): so nähern sich die Sauerstoffquotienten denen des feldspathigen Theils und mithin dem der normalen Trachyte, wie die Phonolithe II und VI zeigen. Die Möglichkeit liegt daher vor, dafs Phonolithe in normale Trachyte übergehen können: ein Uebergang, den sich auch Cotta und Haidinger, in Folge des zwischen beiden Gebirgsarten statt findenden Zusammenhangs, auf dem Wege einer plutonischen Einwirkung gedacht haben. Ebenso ist aber auch die Möglichkeit einer Umwandlung des Trachyt in Phonolith, als Folge einer Wasseraufnahme und dadurch bedingten Entwicklung zeolithischer Substanzen (S. 2201), wie sie Volger *) annimmt, zu begreifen. Da wir vergebens Anfang und Ende der grofsen Umwandlungs-Reihen im Mineralreiche suchen (S. 2175): so müssen wir uns, nach dem gegenwärtigen Standpuncte der Wissenschaft, mit Möglichkeiten begnügen, und weiteren geognostischen und chemischen Untersuchungen es überlassen, hierüber etwas mehr in das Klare zu kommen. Die Analyse trachytischer Phonolithe (S. 2137) dürfte vielleicht den Weg bahnen.

Bedeutende, in mehreren trachytischen Gesteinen (V, VI, XX bis XXIII) von statten gegangene Veränderungen haben sich unzweifelhaft ergeben; da aber die ursprüngliche Zusammensetzung dieser Gesteine nicht bekannt ist: so läfst sich nicht auf den Gang der Zersetzung schliefsen. Von besonderem Interesse sind daher zwei Analysen eines unzersetzten und eines zersetzten Trachyts von Bunsen **).

Am Abhange des kleinen trachytischen Gebirgsrückens

*) Studien S. 9.

**) Poggend. Annal. Bd. LXXXIII. S. 260.

des *Lauganfjall*, der sich längs den heifsen Quellen *Island's* fortzieht, sind die Spuren ihrer ehemaligen Thätigkeit bis zum Kamme desselben zu verfolgen. Eine jetzt noch vorhandene, aus dem Trachyt selbst hervordringende Dampfquelle hat das gelblich oder bläulich graue Gestein in einen weifsen, erdigen, plastischen Thon umgewandelt. Es ist die Zusammensetzung:

	des unzersetzten		des zersetzten Trachyt
Kieselsäure . .	75,48		75,84
Thonerde . . .	12,97		13,71
Eisenoxydul . .	2,61	Oxyd	3,21
Kalkerde . . .	1,01		0,70
Magnesia . . .	0,03	.	0,14
Kali	5,43		1,24
Natron . . .	2,72		1,94
Wasser . . .	0,32		2,18
	100,57		98,96
Sauerst. Quot. .	0,218		0,212

Vorzugsweise wurden daher Alkalien aus dem Gesteine durch Gewässer fortgeführt und dagegen Wasser aufgenommen. Bemerkenswerth ist die, das Natron überwiegende Menge Kali im unzersetzten Trachyt, und dafs vom Kali mehr als 5 Mal so viel als vom Natron ausgeschieden wurde. Letzteres ist in Uebereinstimmung mit dem oben (S. 2157) erwähnten Vorgange bei der Umwandlung des Eläolith in Natrolith.

Der zersetzte Trachyt geht endlich bei gesteigerter Einwirkung der Fumarolen-Gase in einen fetten Pfeifenthon über, worin sich das Eisen des Gesteins in kleinen Eisenkieskrystallen wieder findet. Schreitet die Zersetzung des Trachyt auch nicht so weit fort, dafs eine bedeutende Auflockerung und ein erheblicher Verlust an Alkalien bemerkbar wird: so sind doch schon viele kleine, meist mikroskopische Eisenkieskrystalle und ein nicht unbedeutender Wassergehalt zu erkennen. Viel häufiger und ausgebildeter treten aber diese Merkmale an den Saalbändern der trachytischen Gänge selbst auf, wo die Metamorphosen und reichlichen Eisenkies-Bildungen im

angränzenden Gesteine den Weg bezeichnen, welche die Gase einst genommen haben.

Die Gase, welche sich aus dem Fumarolen-Boden der bezeichneten Stelle entwickeln, enthalten, neben 84,11 Stickgas und 6,59 Wasserstoffgas, 8,92 Kohlensäure- und 0,38 Schwefelwasserstoffgas. Die Kohlensäure bewirkt die Zersetzung der alkalischen Silicate, der Schwefelwasserstoff die Umwandlung des Eisenoxydul in Eisenkies, bedingt durch die erhöhte Temperatur der Gase (Bd. II. S. 198) *). Der von Bunsen nachgewiesene Gyps zeigt übrigens, dafs sich auch ein Theil des Schwefelwasserstoffs säuert. Die zu Hyalith eintrocknende Kieselsäure ist das Zersetzungsproduct der Silicate **).

Die vorstehenden Zersetzungsprocesse des Trachyt finden ihre Analogie in den oben (S. 2194) angeführten; nur mit dem Unterschiede, dafs da, wo Schwefelwasserstoff-haltige Gewässer in gewöhnlicher Temperatur auf Trachyte wirken, die ganze Menge des Schwefels zu Schwefelsäure oxydirt wird, und die Eisenkies-Bildungen nicht statt finden.

Was die Kohlensäure in Gasexhalationen, das bewirkt sie auch in Gewässern. Defshalb zeigen die obigen vergleichenden Analysen eines unzersetzten und eines zersetzten

*) Wenn die Temperatur des Schwefelwasserstoffs auch nicht so hoch ist, als sie bei der künstlichen Umwandlung der Eisenoxyde in Eisenkies angewendet wird: so ersetzt doch gewifs die lange Dauer der natürlichen Processe die fehlende Wärme.

**) Forchhammer (a. a. O. S. 395 ff.) führt mehrere Zersetzungsproducte *Isländischer* Gesteine, bewirkt durch Wasser und Schwefelsäure (letztere ohne Zweifel von Schwefelwasserstoff-Exhalationen herrührend) an. Grofse Massen Gyps, ein aus Thonerde, Eisenoxydul und Magnesia bestehendes schwefelsaures Salz krystallisiren aus dem Gesteine heraus, und Kieselsäurehydrat scheidet sich ab. Der letzte (?) von der Schwefelsäure aus der Lava extrahirte Bestandtheil ist Natronbisulphat mit mehr oder weniger Kalibisulphat, welche von den Gewässern fortgeführt werden. Im zurückbleibenden rothen Thon wird durch Schwefelwasserstoff Schwefeleisen gebildet, welches später durch Schwefelsäure wieder zersetzt wird, während ein oft rein weifser Thon zurückbleibt.

Trachyt die Richtung, welche die Zersetzung dieses Gesteins nimmt, im Allgemeinen an: eine Richtung, wie sie alle Gesteine nehmen, die der Kaolinisirung unterworfen sind.

Die Laven (S. 2195 ff. und 2207 ff.) zeigen unverkennbar die Bildung trachytischer Gesteine mit Kieselsäure-Ueberschufs (Trachytporphyr) aus denselben. Wäre eine Ausscheidung von Quarz aus feuerflüssigen Massen möglich: so würde er in Trachytporphyren, in denen die freie Kieselsäure mindestens bis auf 28 Proc. steigt, zu erwarten sein. Zwar finden sich in ihnen oft Quarzkrystalle, jedoch häufiger auf Ablösungsflächen als in der Masse selbst (S. 2203). Quarzkrystalle von einigen Zollen Länge auf offenen Klüften konnten sich erst nach der Zerklüftung, in Folge der Erstarrung der Lava, gebildet haben; der Quarz, das strengflüssigste Ausscheidungsproduct, hätte also noch flüssig sein müssen, während die viel leichtflüssigere Grundmasse schon erstarrt gewesen wäre. Können daher die Quarzkrystalle auf Ablösungsflächen und auf Klüften nur spätere Ausscheidungen auf nassem Wege sein: so ist kein Grund verhanden, für die kleinen Quarzkrystalle im Gesteine eine andere Bildungsart anzunehmen. Gegen die Möglichkeit einer Ausscheidung der Kieselsäure aus der Lava auf feuerflüssigem Wege spricht aber noch, dafs nicht zu begreifen wäre, warum nicht die in der Analyse gefundene und bis auf 28 Proc. steigende Menge freier Kieselsäure, welche unzweifelhaft bei weitem mehr beträgt, als die sparsam vorkommenden Quarzkrystalle, gleichfalls während der Erstarruug ausgeschieden wurde. Da keine chemische Verwandtschaft zwischen Kieselsäure und Feldspathsubstanz in der Grundmasse statt findet: so hätte die Ausscheidung der ersteren nicht gehindert werden können. In der That, wenn die Plutonisten diese Verhältnisse unbefangen in Erwägung ziehen: so können sie eine Quarzausscheidung auf feuerflüssigem Wege unmöglich länger vertheidigen wollen.

Die trachytischen Laven sind die einzigen Gesteine mit Kieselsäure-Ueberschufs, von denen die feuerflüssige Entstehung erwiesen ist; konnte aus ihnen, während langsamer Erstarrung, dieser Ueberschufs nicht ausgeschieden werden: so fehlt jeder Anhaltepunct für die Annahme, dafs der in andern Gesteinen wirklich ausgeschiedene Quarz eine feuerflüssige Bil-

dung sei. In grobkörnigen Graniten sehen wir den Quarz von dem Feldspath und Glimmer völlig gesondert. Vergleicht man die Zusammensetzung der Laven von *St. Vico* (XXIV) und vom *Monte Guardia* (XXVIII) mit der Zusammensetzung der Granite XIV, XV, XXV und XXVI (Kap. V.): so zeigen sich keine gröfseren Verschiedenheiten, als sie zwischen diesen Laven und zwischen diesen Graniten statt finden. So wie diese Laven einst als feuerflüssige Massen wirklich ausgeflossen sind, so kann man dasselbe auch von diesen Graniten begreifen. Welche Verschiedenheiten in der Erstarrung könnten aber gedacht werden, dafs in letzteren eine völlige Sonderung des Quarzes vom Feldspath, nicht aber in ersteren eingetreten ist? — Wollten die Plutonisten diese Verschiedenheiten darin suchen, dafs die granitischen Massen langsamer als die Laven erstarrt seien: so erinnern wir sie an die Granitgänge, welche, wenn sie als feuerflüssige Massen aufgestiegen wären, doch gewifs viel schneller erstarrt sein würden, als die zum Theil so mächtigen trachytischen Laven. Wir erinnern sie besonders an das feine granitische Geäder im Hornstein am *Rehberger Graben*, wo die Granitblättchen kaum mehr noch die Stärke des feinsten Papierstreifens haben (Bd. II. S. 348). Was kann endlich überhaupt gegen Ausscheidungen von Substanzen aus erstarrenden Massen mehr beweisen, als der Mangel an krystallinischen Aggregaten, nicht nur in den jüngsten (S. 2207), sondern auch in den älteren Laven (S. 2209), und der Umstand, dafs, wenn sie sich finden, sie, wie die glasigen Feldspathe in den Laven zu *Daffaré*, fast mikroskopisch klein sind? — Und kann man selbst von diesen kleinen Krystallen mit Bestimmtheit behaupten, dafs sie während der Erstarrung entstanden sind, da die Bildung glasiger Feldspathkrystalle auf nassem Wege entschieden nachgewiesen worden ist (S. 2191 und 2197)?

Fürwahr, seit C a r t e s i u s Zeiten ist kaum je eine Hypothese mit gröfserer Kühnheit oder vielmehr Leichtfertigkeit aufgestellt worden, als die der Bildung des Granit und anderer krystallinischer Gesteine, in denen Quarz in mehr oder weniger grofsen Massen sichtbar ausgeschieden ist, aus feuerflüssigen Massen.

So wie die Trachytporphyre von *Ischia*, vom *Monte nuovo*

u. s. w. aus feuerflüssigen Massen hervorgegangen sind: so können auch die Trachyte des *Siebengebirges* und in anderen Gegenden denselben Ursprung, und ihre krystallinische Ausbildung nach der Erstarrung auf nassem Wege erlangt haben. Die Zusammensetzung des Trachytporphyr IX nähert sich so sehr der anderer Trachytporphyre, wie namentlich der des Trachyt von *Arnarhnipa* (XLVIII), dafs gegen eine gleiche Bildungsart nichts zu erinnern ist. Einer eruptiven Bildung der Trachyte im *Siebengebirge* steht indefs der schon mehrmals erwähnte Umstand (Bd. II. S. 1059 und 2138) entgegen, dafs in ihrer Nähe die Schichten des Schiefergebirges nirgends verrückt oder gebrochen sind, während der Trachyt von *Zannone* den *Apenninen*-Kalk mit der Macigno-Formation gehoben hat, und deren abgerissene Schichten im Norden der Insel in steiler Höhe gefunden werden *).

Es wird eine Zeit kommen, wenn auch vielleicht erst nach Millionen Jahren, wo das *Mittelländische* Meer, in Folge der ihm durch die Flüsse ununterbrochen zugeführten schwebenden und aufgelösten Theile, mit sedimentären Bildungen ausgefüllt sein wird. Dann werden die trachytischen Formationen auf *Ischia,* auf den *Ponza*-Inseln u. s. w. ebenso durch die Sedimente des *Mittelländischen* Meeres eingeschlossen werden, wie die Trachyte des *Siebengebirges* durch das Schiefergebirge eingeschlossen sind, und sie werden, wie diese, die höchsten Kuppen bilden. Man könnte daher annehmen, die Trachyte dieses Gebirges seien, wie jene trachytischen Formationen, Inseln gewesen, um welche herum sich aus dem Meere die schwebenden Theile abgesetzt und die Schichten des Schiefergebirges gebildet hätten. In den Trachyten des *Siebengebirges* finden sich aber an ziemlich vielen Stellen Grauwacke-Bruchstücke eingeschlossen, welche an den Kanten abgerundet und in ihrem Rande zelliger, poröser und blasiger als sonst sind **). Diese Bruchstücke, welche früher vorhanden gewesen sein müssen, als der Trachyt, stehen allerdings der eben angedeuteten Ansicht entgegen. Man sieht, nach

*) Abich Geolog. Beob. S. 18.

**) v. Dechen a. a. O. S. 373.

allen Seiten hin stöſst man auf Schwierigkeiten, sich eine richtige Vorstellung von der Bildung solcher Trachyte zu machen, welche keine Störungen in den Schichten des sie umgebenden Grundgebirges veranlaſst haben, und in deren Nähe trachytische Lavaströme und andere Kennzeichen vulkanischer Eruptionen gänzlich fehlen. Aber eben deſshalb kann man keineswegs den Glauben hegen, daſs man mit der Genesis der Trachyte im Reinen ist, und daſs weitere Forschungen überflüssig sind.

Kapitel III.

Basaltische Gesteine.

Die Zahl der Analysen der Basalte, Melaphyre, Dolerite, der augitischen Laven u. s. w. hat sich seit der Bearbeitung der augitischen Gebirgsarten Bd. II. S. 617 sehr bedeutend vermehrt; wir könnten daher viele Analysen dieser Gesteine den früher mitgetheilten anreihen. So lange indefs nicht versucht wird, irgend einen Gesichtspunct aufzufinden, wonach die in ihrer chemischen Zusammensetzung so sehr abweichenden basaltischen Gesteine zu classificiren sein möchten, kann das Anhäufen neuer Analysen nur wenig Gewinn bringen. Ein solcher Versuch möchte aber zu einer umfangreichen Arbeit führen, ohne einen günstigen Erfolg mit Sicherheit erwarten zu können. Darauf hin kann aber der Schlufs dieses Werkes nicht noch weiter hinaus geschoben werden.

Dafs der Basalt, wenn wir ihn für eine plutonische Bildung nehmen, nicht mehr in seinem ursprünglichen Zustande existiren kann, zeigt sein Wassergehalt (Bd. II. S. 589). Dieser Schlufs ist vollkommen gerechtfertigt durch den fehlenden Wassergehalt in den Augitlaven, deren sonstige Aehnlichkeit mit basaltischen Gesteinen ein Hauptargument für die plutonische Bildung der letzteren darbietet. Die chemische Aehnlichkeit tritt jedoch nur bei denjenigen basaltischen Gesteinen hervor, deren Sauerstoffquotient dem der Augitlaven (Bd. II. S. 668), welche aus Theilen von der Zusammensetzung des Labrador und der thonerdehaltigen Augite bestehen, und de-

ren Sauerstoffquotient = 0,667 ist (S. 630), mehr oder weniger nahe kommt.

Bunsen*) nahm aus sechs Analysen von grobkörnigen geschichteten Trapp- und basaltischen Gesteinen auf *Island* und von Laven vom *Hekla* das Mittel, welches nur wenig von den einzelnen Analysen abweicht, und erhielt den Sauerstoffquotienten = 0,666 für die normalpyroxenische Zusammensetzung. Die Zusammensetzung der Lava des grofsen Stroms, welcher sich WNW vom *Hekla* bis zu den Ufern der *Thjorsá* ergossen hat, nach Genth**), des unveränderten Trapp von der Insel *Stromöe* der *Färöer* und des Trapp von der *Fingals-Höhle* auf *Staffa*, nach Streng***), so wie die durchschnittliche Zusammensetzung eines Trappgesteins von den *Faröern*, nach Durocher †), stimmen mit jenem normalen Werthe ziemlich überein. Wie die Laven des *Aetna* von 1669 (Bd. II. S. 669 ff.), womit die vom J. 124 v. Chr., nach Joy ††), und die von 1852 (S. 2200) sehr nahe übereinstimmen, sind daher alle diese Gesteine als Zusammensetzungen aus Theilen von Labrador und thonerdehaltigem Augit zu betrachten.

Wären die basaltischen Gesteine, welche fern von Vulkanen vorkommen, ebenso zusammengesetzt wie die vorstehenden, von denen die vom *Aetna* und auf *Island* unzweifelhaft vulkanischen Ursprungs sind: so würde diefs der Voraussetzung, dafs auch sie denselben Ursprung haben, ein grofses Gewicht leihen. Die Analysen der Basalte (Bd. II. S. 693 ff.) zeigen indefs, wie sehr der Sauerstoffquotient variirt und wie selten er 0,667 erreicht. Fünf Analysen von Basalten von der *Rhön*, deren petrographischer Character nur geringe Unterschiede darbietet, geben, nach E. E. Schmid †††), die Sauerstoffquotienten 1,186; 0,879; 0,746; 0,994 und 0,882; also durchgängig viel höhere Werthe als die Augitlaven. Die Zusammensetzung dieser Basalte ist mithin ganz verschieden

*) Poggend. Annal. Bd. LXXXIII. S. 201.

**) Ebend. S. 213.

***) Ebend. Bd. XC. S. 110 ff.

†) Annal. des Mines T. XIX.

††) Miscellan. chemical researches. Göttingen 1853. p. 26.

†††) Poggend. Annal. Bd. LXXXIX. S. 303. ff.

von der der Augitlaven; überhaupt sind bis jetzt noch keine Laven analysirt worden, welche so hohe Sauerstoffquotienten, wie diese und andere Basalte geben.

Ueberraschend ist gewifs die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der Labrador-Augit-Laven auf zwei so weit von einander entfernten Inseln, wie *Sicilien* und *Island*. Da aber die vulkanischen Heerde unter beiden Inseln gleiches Material enthalten: so mufs es auffallen, dafs nur sehr wenige Heerde, aus welchen die Basalte aufgestiegen sein sollen, Massen von gleicher Zusammensetzung geliefert haben, ja dafs sogar so nahe neben einander gelegene Basalte, wie die auf der *Rhön*, so sehr abweichend zusammengesetzt sind. Keinem Unbefangenen kann entgehen, dafs diese Verhältnisse der eruptiven Entstehung der Basalte wenig günstig sind.

Nimmt ein basaltisches Gestein, welches aus augitischen und labradorischen Theilen besteht, Wasser auf: so erfolgt eine theilweise Umwandlung dieser, in ihrem unveränderten Zustande wasserfreien Substanzen in wasserhaltige. Die gröfsere oder geringere Menge des aufgenommenen Wassers ist daher das Maafs für die mehr oder weniger fortgeschrittene Umwandlung. Die Pseudomorphosen von Cimolit, Grünerde und Serpentin u. s. w. nach Augit (Bd. II. S. 550, 554, 561) weisen die wirkliche Umwandlung des wasserfreien Augit in wasserhaltige Mineralien nach. Der Labrador wandelt sich in einen 3,74 Proc. Wasser haltenden Pinit um (Bd. II. S. 1460) *). Es kann daher ohne Schwierigkeit gedacht werden, dafs die wasserfreien augitischen und labradorischen Theile basaltischer Gesteine dieser und ähnlichen Umwandlungen in wasserhaltige Substanzen unterliegen; solche Umwandlungen können aber freilich nicht mineralogisch nachgewiesen werden.

Der Nephelin-Fels ist ein augitisches Gestein, in welchem das, Alkalien enthaltende Mineral Nephelin ist. Er kommt

*) Diefs ist die einzige bis jetzt bekannt gewordene Umwandlung des Labrador. Wahrscheinlich wird man aber mehrere finden, wenn die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird; denn warum sollte der so leicht zersetzbare Labrador-Feldspath weniger als der viel schwieriger zersetzbare Orthoklas zu Umwandlungen geneigt sein?

bei *Löbau* in der *Ober-Lausitz*, bei *Meiches* im *Vogelsgebirge*, bei *Schreckenstein* und *Vierzehngebirge* in der Nähe von *Klein-Priesen* in *Böhmen* vor. Der Nephelin findet sich ferner im Dolerit an mehreren Orten, im Basalt, in alten Laven zu *Aich* bei *Andernach*, an verschiedenen Orten im Kirchenstaat, im *Val die Noto* in *Sicilien*, so wie in Auswürflingen älterer Eruptionen am *Monte Somma*. Ist er an so vielen Orten in augitischen Gesteinen mineralogisch nachgewiesen: so ist mit gutem Grunde zu vermuthen, dafs die alkalischen Theile in den Grundmassen dieser Gesteine gleichfalls dem Nephelin zugehören, ja dafs diese Theile auch in vielen basaltischen Gesteinen, in denen alkalische Mineralien mineralogisch nicht wahrzunehmen sind, vorkommen, und darin vielleicht die alkalische Hauptmasse bilden. Dafür spricht auch, dafs im Nephelin, wie im Basalt, Natron stets in viel gröfserer Menge als Kali enthalten ist.

Die Umwandlung des Nephelin in einen Zeolith ist durch eine Pseudomorphose nachgewiesen (Bd. II. S. 2155). Blum*) zeigte, dafs der Giseckit, ein zu *Igalikko-Fjord*, unfern *Julianeshaab* in *Grönland*, in Porphyr-Geschieben (Hornstein- und Thonporphyr, Stromeyer) eingewachsenes Mineral, Eläolith ist, welcher in der Umwandlung in Glimmer begriffen ist, und den vorangegangenen pinitartigen Zustand, wie es scheint, am häufigsten wahrnehmen läfst **). Tamnau ***) hatte schon darzuthun sich bemüht, dafs der Gieseckit mit dem Eläolith (Nephelin) identisch sei.

Es liegen zwei Analysen vom Gieseckit vor: von Stromeyer †) I und von Pfaff ††) II. Ersterer hält indefs die von ihm gefundene Zusammensetzung nur für eine sehr unvollkommene, indem es ihm nicht gelang, den sehr fein ein-

*) Nachtrag II. S. 131.

**) Bemerkenswerth ist die Umwandlung des Eläolith in Glimmer in Beziehung auf die Note Bd. II. S. 635, obwohl nicht zu übersehen ist, dafs ein durch diese Umwandlung entstandener Glimmer schwerlich Magnesiaglimmer sein wird.

***) Rammelsberg's Handwörterbuch u. s. w. Abth. II. S. 9.

†) Gilbert's Annal. Bd. LXIII. S. 372.

††) Schweigger's Journ. Bd. XLV. S. 103.

gesprengten Feldspath und das Muttergestein gänzlich davon zu trennen. Wir fügen hinzu unter III und III*a* zwei Analysen des Liebenerit aus einem Feldspath-Porphyr vom *Monte Viesena* im *Fleimser*-Thal in *Tyrol*, nach Marignac *). Haidinger **) und Breithaupt ***) halten ihn für eine Pseudomorphose nach Nephelin, Marignac reiht ihn dem Pinit an.

	I	II	III	III*a*
Kieselsäure . .	46,08	48,0	44,19	44,76
Thonerde . . .	33,83	32,5	36,77	36,34
Eisenoxyd . .	3,36	4,0	1,71	1,83
Manganoxyd .	1,16	—	—	—
Magnesia . . .	1,20	1,5	1,39	1,27
Kali	6,20	6,5	9,79	10,00
Natron . . .	—	—	1,00	0,84
Glühverlust . .	4,89	5,5	5,15 †)	4,96 †)
	96,72	98,0	100,00	100,00

Die Vergleichung dieser Analysen mit denen des Eläolith I, II und III (S. 2156) zeigt, dafs bei dieser Umwandlung Natron und Kalkerde ausgeschieden und dagegen Wasser, Eisenoxydul und Magnesia aufgenommen wurden. Die Zusammensetzung des Gieseckit kommt der der Kaliglimmer mit geringem Eisengehalte sehr nahe; nur dafs diese etwas mehr Kali als jener enthalten. Der bedeutende Verlust in vorstehenden Analysen könnte indefs von einer mangelhaften Bestimmung des Kali herrühren. Die chemischen Analysen des Gieseckit bestätigen jedoch, so unvollkommen sie auch sein mögen, die von Blum nachgewiesene Pseudomorphose ganz genügend.

Die Aehnlichkeit zwischen der Zusammensetzung des Gieseckit und des Liebenerit ist unverkennbar: die Summen der

*) Archives des sciences physiques et naturelles T. VI. p. 293.

**) Uebersicht der mineral. Forschungen 1843. S. 36.

***) Handb. der Mineralogie Bd. III. S. 475.

†) Wasser und Kohlensäure.

Thonerde und des Eisenoxyd stimmen überein, der Kaligehalt in letzteren ist dagegen gröſser als in ersteren. Diese Verschiedenheit möchte indeſs gleichfalls von der mangelhaften Bestimmung des Kali in I und II herrühren. Die Umwandlung des Nephelin in Liebenerit läſst sich übrigens nicht aus einer bloſsen Ausscheidung des Natron erklären, sondern es muſs ein Theil desselben durch Kali verdrängt worden sein. Daſs Gewässer, welche kohlensaures Kali enthielten, einen partiellen Austausch bewirkt haben (S. 2173), ist um so wahrscheinlicher, da der Liebenerit neben Feldspathkrystallen vorkommt, deren dunkelfleischrothe Farbe auf einen schon sehr zersetzten Zustand, mithin auf die Bildung von kohlensaurem Kali schieſsen läſst. Die Entwicklung von etwas Kohlensäure bei Behandlung des Liebenerit mit Salzsäure zeigt, daſs der, wenn auch nur in geringen, doch nie fehlenden Mengen im Nephelin enthaltene Kalk bei der Umwandlung als Carbonat ausgeschieden wurde *). Da der Davyn vom *Vesuv*, theils in Lava, theils in Drusenräumen der Auswürflinge des *Monte Somma*, nach Mitscherlich, dieselben Bestandtheile wie der Nephelin, ausserdem nur noch etwas Chlor und Kalk, jedoch kein Wasser enthalten soll, und da er in seinen Krystallverhältnissen, nach G. Rose, gleichfalls mit dem Nephelin übereinstimmt, aber mit Säuren braust: so scheint er ein in Zersetzung begriffener Nephelin zu sein.

Bei der Umwandlung des Nephelin in Gieseckit mag, wenn unsere Vermuthung, daſs das Kali in letzterem zu gering bestimmt worden sei, gegründet ist, gleichfalls ein Theil des Natron im Nephelin durch Kali verdrängt worden sein. An kohlensaurem Kali fehlte es auch hier nicht; denn der Gieseckit enthielt sehr fein eingesprengten Feldspath. Nach dem Vorstehenden werden wohl die Namen Gieseckit und Liebenerit aus der Mineralogie zu verdrängen sein.

*) Der Liebenerit wurde von Salzsäure nur unvollständig zersetzt, und nach v. Kobell wird auch der Gieseckit von Säuren wenig angegriffen, während Nephelin und Eläolith von Säuren vollkommen zersetzt werden. Dieſs ist bemerkenswerth, weil daraus hervorgeht, daſs Säuren aus demselben nephelinhaltigen Gesteine ungleiche Mengen Nephelin ausziehen werden, je nachdem dieser noch frisch oder schon mehr oder weniger zersetzt ist.

Nach Gumprecht *) sind die wesentlichen Gemengtheile des Nephelin-Fels bei *Löbau*, wo er den gröſseren Theil des *Löbauerberges* bildet, Nephelin und Augit mit untergeordnetem Magneteisen. Heidepriem **) unterwarf diesen Nephelinfels einer ausführlichen und sorgfältigen Analyse. Durch vorläufige Versuche überzeugte er sich, daſs heiſse Salpetersäure dem Gesteine Nephelin, Olivin und Apatit vollständig, Augit und Magneteisen dagegen nur in kleinen Mengen entzieht. Nach Behandlung mit Salpetersäure wurde der Rückstand mit heiſser Salzsäure digerirt, wodurch der Rest des Magneteisens und ein kleiner Theil des Augit ausgezogen wurde.

	I	II	III	IV	V
Kieselsäure .	44,25	50,37	41,13	42,12	43,50
Thonerde . .	24,79	5,89	14,33	14,35	32,33
Eisenoxydul .	—	13,39	7,20	—	—
Eisenoxyd .	2,40	—	6,61	13,12	1,42
Manganoxydul	—	0,17	0,06	0,18	—
Kalkerde . .	5,61	19,34	12,23	13,00	3,55
Magnesia . .	3,38	9,45	5,33	6,14	0,11
Kali . . .	3,53	—	1,70	2,18	5,03
Natron . .	9,03	—	4,38	4,11	14,13
Phosphorsäure	—	—	1,65	1,65	Spuren
Titansäure .	—	—	—	0,54	—
Chlorcalcium	—	—	0,04	0,04	—
Fluorcalcium	—	—	0,27	0,27	—
Wasser . .	7,01	—	3,42	3,42	0,32
	100,00	98,61	98,35	101,12	100,39
Sauerst. Quot.	—	0,466	—	—	—

I. Extrahirt durch Salpetersäure und Salzsäure. Heidepriem gab beide Extracte gesondert an; wir haben sie aber addirt und das Magneteisen so wie den Apatit in Abzug

*) Poggend. Annal. Bd. XLII. S. 174.

**) Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. Bd. II. S. 139.

gebracht. II. Aufgeschlossen durch kohlensaures Natron. III. Ganzes Gestein, abgeleitet aus I und II. IV. Dasselbe durch eine directe Analyse ermittelt. V. Weifsliche Parthien des Gesteins, welche möglichst rein abgesondert wurden.

Aus diesen Analysen berechnete Heidepriem, dafs der Nephelinfels aus Augit 45,38, Nephelin 32,61, Magneteisen 4,00, Apatit 3,91, Titanit 1,33, Wasser 3,42 bestehe. Die noch übrigen 9,35 Proc. gehören zum Theil dem, durch Salpetersäure gelösten Olivin und einem, durch diese Säure ebenfalls aufgeschlossenen, nicht näher zu bestimmenden Antheil des, im Gestein überhaupt vorhandenen Augit an.

Es fiel ihm die grofse Menge Wassers in einem Gesteine, dessen sichtbare Gemengtheile sämmtlich wasserfrei sind, auf. Da die Analyse V, welche genau die Zusammensetzung des Nephelin und nur sehr wenig Wasser gab: so schien es ihm, dafs man von diesem Mineral den bedeutenden Wassergehalt nicht ableiten könne. Da endlich das grobkörnige Gestein, aus welchem dieser Nephelin abgesondert wurde, wie das feinkörnige, zur Analyse verwendete Gestein keine Spur von Verwitterung zeigte: so liefs er die Frage, welchem Gemengtheile das im Gesteine gefundene Wasser angehöre, unerledigt *).

*) So lange man fortfährt, Umwandlung als gleichbedeutend mit Verwitterung zu nehmen, wird man aus noch so genauen Analysen doch nur ungenaue Resultate ziehen. Verwitterung ist diejenige Art der Zersetzung eines Minerals, wobei mit allmälig gänzlichem Verschwinden der Form, ein Fortführen von Bestandtheilen ohne anderen Ersatz, als durch Aufnahme von Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser, verknüpft ist. Bildet sich aber aus dem zersetzten Mineral ein anderes, sei es mit oder ohne Beibehaltung der früheren Form aus, tritt z. B. Glimmer an die Stelle von Turmalin, Feldspath u. s. w.: so wird man diefs doch nicht eine Verwitterung nennen wollen? — Diese Gegenstände haben wir in dem vorliegenden Werke oft (unter anderen Bd. II. S. 1081) besprochen, aber, wie es scheint, doch noch nicht oft genug. Wir verweisen hierüber auf das, was Blum (Nachtrag II. S. 135), den nur allein haltbaren Ansichten folgend, bei Gelegenheit der Umwandlung des Eläolith in Natrolith sagt. Mit Recht nennt der Chemiker das Wasser in den Salzen Krystallwasser, weil mit Verlust dieses Wassers meist die Form verloren geht oder sich

Uns erscheint die Beantwortung dieser Frage nicht schwierig. Der in Parthien abgesonderte Nephelin ist in so wenig verändertem Zustande, als man ihn überhaupt findet; denn unter 19 Analysen, welche wir von diesem Mineral besitzen, sind nur 3 ohne Wassergehalt. Diefs zeigt aber, dafs dieses Mineral ganz besonders geneigt ist, sich in Zeolithe umzuwandeln (S. 2157), und dafs es nur die ganz wasserfreien Nepheline sind, welche sich noch im unveränderten Zustande befinden.

Nach Heidepriem's Versuchen hätte I, wovon das Magneteisen und der Apatit abgezogen worden, nur Nephelin enthalten können; I weicht aber in seinem Gehalte an Thonerde und an Alkalien so bedeutend von V ab, dafs dieser Extract nicht für Nephelin allein genommen werden kann. War I ursprünglich wie V zusammengesetzt: so mufsten diese Theile des Gesteins im Laufe der Zeit Thonerde und Alkalien verloren und dagegen Wasser aufgenommen haben. Die Zusammensetzung von I nähert sich etwas der des Mesolith (Kalk- und Natron-Mesotyp), wenn man die Magnesia und das Eisenoxyd dem Olivin zutheilt. Damit würde die nachgewiesene Umwandlung des Nephelin in Natrolith, welche wirklich mit einer gleichzeitigen Ausscheidung eines Alkali mit Thonerde verknüpft ist, übereinstimmen (S. 2157). So viel ist gewifs, dafs die, Alkalien enthaltenden Theile des Nephelinfels nicht ausschliefslich dem Nephelin zugetheilt werden können; sie müssen, wenigstens theilweise, in zeolithischen Theilen gesucht werden, mögen diese aus dem Nephelin hervorgegangen oder schon ursprünglich vorhanden gewesen sein. Der allgemeinen Regel, dafs formlose und im fein zertheilten Zustande mit anderen Substanzen gemengte Mineralien der Zersetzung mehr unterliegen, als krystallisirte, oder auch nur in gröfseren Parthien in einem Gesteine angehäufte Mineralien,

ändert, und weil diese Form sogar manchmal umgekehrt wieder hergestellt wird, wenn, wie z. B. beim wasserfreien Gyps, Wasser wieder hinzutritt. Kann man nach solchen, unseren chemischen Laboratorien entnommenen Erscheinungen noch an ähnlichen, in dem grofsen unterirdischen Laboratorium unserer Erde von Statten gehenden Erscheinungen zweifeln?

entspricht es übrigens, dafs die nephelinischen Theile in der Grundmasse des Nephelinfels in der Zersetzung weiter fortgeschritten sind, als der in gröfseren Parthien ausgeschiedene Nephelin.

Von gleicher Bedeutung wie im Phonolith (S. 2155) ist das so sehr häufige Vorkommen des Natrolith in Blasenräumen und auf Klüften in Basalten und Mandelsteinen. Da die Umwandlung des Nephelin in Natrolith vorliegt: so liegt die Vermuthung nahe, dafs die, Alkalien enthaltenden Theile in der Grundmasse basaltischer Gesteine, welche Natrolith einschliefsen, die Zusammensetzung des Nephelin haben. Aus dieser Zusammensetzung kann wenigstens eine natrolithische Substanz viel leichter, als aus einer labradorischen Zusammensetzung hervorgehen. So schwierig es immer bleiben wird, aus den Resultaten der Analyse eines basaltischen Gesteins auf die Natur seiner, Alkalien enthaltenden Theile zu schliefsen: so läfst sich doch mit ziemlicher Sicherheit entscheiden, ob diese Theile dem Nephelin oder dem Labrador entsprechen; denn der Sauerstoffquotient des ersteren ist = 1 (Bd. II. S. 704), oder nach Scheerer = 0,889, der des letzteren = 0,667. Wenn daher der Sauerstoffquotient eines basaltischen Gesteins, in dessen Blasenräumen Natrolith vorkommt, über 0,667 steigt: so ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dafs seine, Alkalien enthaltenden Theile die Zusammensetzung des Nephelin haben, und dafs daraus Natrolith hervorgegangen ist, welcher durch die Gewässer in die Blasenräume geführt und darin abgesetzt wurde. Da der Sauerstoffquotient des Anorthit = 1 dem des Nephelin sehr nahe oder gleich kommt: so kann es manchmal zweifelhaft bleiben, ob nicht die alkalischen Theile eines basaltischen Gesteins die Zusammensetzung dieses Minerals haben; aber doch nur dann, wenn die Analyse sehr geringe Quantitäten von Alkalien nachweiset; denn diese betragen im Anorthit nur 0,52 bis 1,85 Proc.

Die hohen Sauerstoffquotienten der Basalte der *Rhön* (S. 2255) lassen sich, begreiflicher Weise, aus der Annahme noch so grofser Mengen von Nephelin und daraus hervorgegangener Zeolithe nicht erklären. Olivin ist der einzige, mineralogisch erkennbare, Magneteisen, ein sehr wahrscheinli-

cher Gemengtheil *). Der Basalt vom *Kreutzberg*, dessen Sauerstoffquotient am gröfsten ist (1,186), hat auch den gröfsten Eisengehalt (22,3) und das gröfste spec. Gew. (3,127). Olivin und Magneteisen erhöhten daher wohl am meisten den Sauerstoffquotienten. Die Zusammensetzung des durch Salzsäure zersetzten Theils entspricht vielen Zeolithen, namentlich Thomsonit, Skolezit und Natrolith, und daraus ist auf vorhanden gewesenen und noch vorhandenen Nephelin zu schliefsen. Vielleicht dafs die Basalte auch natrolithische Substanzen enthalten, in denen, wie in dem von C. Bergemann **) analysirten dunkelgrünen Mineral (Eisennatrolith) von *Brevig*, ein grofser Theil der Thonerde durch Eisenoxyd vertreten zu sein scheint.

*) Eine Prüfung mit der Magnetnadel scheint nicht statt gefunden zu haben.

**) Poggend. Annal. Bd. LXXXIV. S. 419.

Kapitel IV.

Leucit und leucitische Gesteine.

Vor mehr als einem halben Jahrhundert schrieb L. von Buch*) einen Aufsatz über die Bildung des Leucit, der späteren Untersuchungen ähnlicher Art zum Muster hätte dienen können. Er forschte nach allen Umständen, welche Licht darauf werfen konnten, zu einer Zeit, wo die Geologie noch nicht durch die Fackel der Chemie erleuchtet war; er forschte mit einer Unbefangenheit und Umsicht, die sehr absticht von der Leichtfertigkeit, womit manche spätere Geologen genetische Verhältnisse zu behandeln pflegten.

Nachdem er im Juli 1798 die Berge um *Frascati* und *Albano,* wo der Leucit auf sehr verschiedene Art vorkommt, durchstreift hatte, war er ungewisser als vorher, ob der Leucit ein vulkanisches Product, und ob er von früherer oder späterer Bildung sei, als die Massen, die ihn enthalten. Das Vorkommen der schönen Leucitkrystalle bei *Civita, Castellana* und *Borghetto* am Ufer der *Tiber* schien indefs ein Entstehen derselben in der Gebirgsmasse selbst, als diese noch flüssig war, anzuzeigen. Diese Krystalle, bis zu 10 Linien Durchmesser, enthalten in ihrem Mittelpuncte fast immer einen schwarzen Punct, um den der Krystall sich gebildet zu haben scheint. Ist dieser Punct besonders grofs, so hat ihn der Leucit oft nicht völlig umgeben können, und dann hängt er mit

*) Gilbert's Annal. Bd. VI. S. 53 ff.

der Gesteinmasse selbst zusammen, ohne sich wesentlich von ihr zu unterscheiden. Manchmal nimmt ein Augitkrystall die Stelle dieses unförmlichen Punctes ein, und es ragen dann nicht selten seine beiden Enden aus dem Leucit hervor. Ist, schliefst v. Buch, der Leucit von früherer Bildung, als die Gesteinmasse, die ihn umgiebt: so ist es auch jener Stützungspunct, der nur selten in den Krystallen fehlt, und offenbar mufs der Leucit später, als der Augit entstanden sein. Das Gestein enthält viele Löcher, wovon die kleinen rund, die gröfseren sehr länglich sind. Die Leucite in jenen sind völlig rund, und alle ihre Facetten einander gleich; diejenigen dagegen, welche in der Nähe der länglichen Höhlungen liegen, sind insgesammt länglich, und zwar in gleicher Richtung mit der Höhlung. Ihre Ecken und Facetten sind indefs scharf und bestimmt, und daher läfst sich schwerlich annehmen, dafs der Leucit vor der Gesteinmasse präexistirt habe, und geschmolzen in ihr fortgerissen worden sei. Denn in diesem Falle müfste die ganze Krystallform zerstört sein, und statt des achteckigen Polyedrum, welches sammt den concentrischen Lagen um den schwarzen Kern nie zu verkennen ist, sich eine mehr oder weniger unförmliche Kugel finden. Die Bestandtheile des Leucit scheinen sich daher aus der fliefsenden Lava abgesondert und zusammen vereinigt zu haben. Gegen die Präexistenz des Leucit in der Lava spricht auch, dafs es unbegreiflich bliebe, wie eine so ungeheure Menge von Leuciten sich durch die ganze Lavamasse hätte gleichförmig vertheilen, und wie jeder seine Krystallform so scharf, ohne Veränderung seiner Ecken und Facetten, hätte beibehalten können.

Breislak *) untersuchte sechs der schönsten Leucitkrystalle, deren Oberfläche auch nicht den geringsten Sprung zeigte. In dreien fand er keinen fremden Körper, in zweien aber Theilchen einer schwarzen erdigen Substanz, völlig vom Ansehen der Lava. Nach dem Zerschlagen eines derselben zeigte sich im Innern eine weifse glasige Masse und in der Mitte erschienen zwei mikroskopisch kleine schwarze Augitbruchstücke, welche von allen Seiten von Leucit umgeben

*) Lehrb. d. Geologie, deutsche Uebers. Bd. III. S. 292.

waren. Auch die Leucitkrystalle in Lavageschieben aus der Gegend von *Rom* enthalten oft Augitkörner, kleine Bruchstücke von Lava und, obwohl selten, ein Hauynkörnchen.

Dafs man in den neuern Laven nicht Leucite von gleicher Gröfse und Schönheit, als in den alten Lavaströmen findet, besonders in denen, deren Alter über alle Geschichte hinausgeht, hält v. Buch für einen besonders merkwürdigen Umstand. Weder der Lavastrom, der 1794 *Torre del Greco* verschüttete, noch der von 1760 enthalten eine Spur von Leucit. Dagegen ist die Oberfläche der Lavaströme von 1767 und 1779 mit einer Menge kleiner weifser Flecken bedeckt und eine noch gröfsere Menge kleiner glänzender Puncte findet sich durch die ganze Masse zerstreut. Beide erkennt man durch die Lupe als völlig krystallisirte Leucite.

Die alten Laven, besonders diejenigen, welche sehr grofse Leucite enthalten, bilden grofse, beträchtliche Strecken bedeckende Massen. Sie haben gröfstentheils gleiche Breite und Länge, bilden häufig Höhen, ja selbst Berge, und es fehlt ihnen daher gänzlich der Character von Strömen. Die grofsen, vom *Vesuv* herausgeschleuderten Steinmassen enthalten gleichfalls häufig Leucitkrystalle, oft in solcher Menge, dafs sie die Augitkrystalle, einem Teiche gleich, umgeben. Dafs diese Leucitmassen sich nie in Strömen, sondern immer nur in grofsen ausgeschleuderten Steinmassen finden, hält v. Buch für ein Zeichen, dafs sich der Leucit nicht einmal im Innern des Vulkan bilde, sondern dafs zu seiner Bildung ein Stoff erfordert werde, der sich nur ausserhalb des Vulkan vorfindet, und vielleicht in Berührung mit der Luft zugeführt werde.

Dafs der, dem *Vesuv* und dem vulkanischen Theile der *italienischen* Halbinsel vorzugsweise eigenthümliche Leucit nicht blofs in den älteren, sondern auch in den neueren und neuesten Laven jenes Vulkan in bedeutenden Quantitäten vorkommt, zeigen die Ströme von 1822, 1828 und 1832. So schätzen Monticelli und Covelli *) in den östlichen Laven von 1822 das Verhältnifs des Leucit zu den übrigen Gemengtheilen wie 6 : 1. In der Lava vom 26. Februar 1822

*) Der Vesuv, deutsche Uebersetzung S. 154.

fanden sie Leucite in Körnern von der Gröfse von Hanfsaamen, wovon einige Trapezoidalflächen zeigten. In Lava aus den ältesten Strömen des *Vesuv*, am Krater nach dem Ausbruche gesammelt, bildeten Leucit und Augit ein körniges Gemenge, in welchem, neben Augit von 2''' Lin. Durchmesser, Leucitsphäroiden von höchstens ⅓''' Lin. Gröfse eingewachsen waren. Die Augitkörner waren in gröfserer Menge als die Leucitkörner vorhanden. Eine vom *Vesuv* im J. 1822 ausgeworfene, der vorhergehenden ähnliche Lava, in welcher jedoch der Leucit vorherrschte, zeigte deutliche Spuren einer abermaligen, im Krater erlittenen Feuereinwirkung. Die an der Oberfläche geschmolzenen Leucitkörner überzogen das Gestein mit einem bläulich-weifsen glänzenden Firnifs. Eine andere Lava dieser Art war in einen glasigen Zustand übergegangen. Zu den vom *Vesuv* während seiner Eruption ausgeworfenen Aggregaten gehörte eine mandelsteinartige Lava, welche Leucit in weifsen Körnchen einschlofs, ferner Bruchstücke von porphyrartiger Lava, aus Augit und vorwaltendem Leucit von der Art, wie die Lava der alten Ströme auf dem nördlichen Abhange des *Somma*, und eine Leucitlave, worin Leucitkrystalle von ½'' Durchmesser und krystallisirter Feldspath von derselben Gröfse eingewachsen waren. In dem am 26. und 27. Februar 1822 gefallenen Sande fanden Monticelli und Covelli nur wenige weifse, durchsichtige Körner, welche Leucit zu sein schienen. In den Brocken, die 2 Meilen vom Krater ab, nach Südost hin, niedergefallen waren, und die aus Massen von halbverglaster, porphyrartiger Lava bestanden, wovon die gröfsten 1½'' Durchmesser hatten, desgleichen in den sie begleitenden Schlacken-Bruchstüken, welche deutliche Augitkrystalle enthielten, und in Bimsstein-Stücken bis zu 6'' Gröfse war aber der Leucit gegen Augit und Glimmer überwiegend. Auch der im October 1822 gefallene feine Sand enthielt Leucitkörner, die theils ungefähr 0,33 vom Ganzen, theils mehr als alles Uebrige betrugen.

Fr. Hoffmann *) fand an den steilen Wänden der, durch die Lavaströme vom October und December 1831 in zwei Theile gespaltenen, äussersten Ränder des *Vesuv* eine

*) Archiv f. Min. u. s. w. B. XIII. S. 183 ff.

grofse Menge parallel über einander liegender Lavabänke, welche stark mit Leucitmasse durchdrungen und reich an einzelnen, porphyrartig ausgeschiedenen Augitkrystallen waren. Sehr oft sind die Wände senkrecht oder in sehr geneigten Richtungen von Lavagängen durchschnitten, deren Gesteine, dem vom *Monte Somma* ganz ähnlich, Leucitkörner und Augit enthält. Frische Schlacken aus einem Seitenzweig der Lava, der ganz in seiner Nähe in eine Spalte, während seiner Anwesenheit, eingedrungen war, enthielten in allen ihren Höhlungen bis einen halben Zoll lange Glasfädchen und in ihrem Innern waren Leucitkörner sehr deutlich zu unterscheiden. Bei einigen sah er den Anfang von Krystallbildung: sie bestanden aus 5—6 dicht an einander gruppirten Kügelchen; zuweilen sah er auch die kleinen Höhlungen mit einer dünnen Drusenkruste feiner Leucitkrystalle überzogen. In den Lavastücken vom 23. Februar 1832, welche Hoffmann in der Mineralien-Sammlung von *Berlin* niedergelegt hat, befinden sich in einer hellgrauen, krystallinischen, klein- und grofsblasigen Masse viele Leucitkörner, Krystalle und Augite. Selbst in den Lavastücken, welche mit einer eisernen Zange flach gedrückt, mit dem Namen Salvatore Madonna 1832 bezeichnet sind, sind kleine Leucitkörner gar nicht zu verkennen; in diesen ist jedoch der Augit kaum anders, als in dem porösen herausgequollenem Rande entwickelt. Die dichte Lava, welche mit dicken Rinden von Kochsalz aus dem Krater vom 25. März 1832 entnommen wurde, zeigt sehr deutlich Leucitkrystalle. In der porösen Lava vom 22. März 1828, an der die Augitkrystalle in den schärfsten Umrissen an die Oberfläche ganz frei oder mit einem dünnen Ueberzuge hervortreten, sind die Leucite in grofsen Krystallen vorhanden; ebenso in grofsblasigen Schlackenstücken aus der Oberfläche eines älteren Lavastroms aus dem *Fosso di Pollena*, welche jedoch nur sehr wenige deutliche Augitkrystalle enthalten.

Nach Necker *) ist auf dem Durchschnitte eines Lavastroms vom *Vesuv* die Oberfläche mit homogenen Schlacken

*) Sammlung von Arbeiten ausländ. Naturf. über Feuerberge. Deutsche Bearb. von Nöggerath und Pauls. Bd. II. 193.

bedeckt, die bei Berührung mit kalter Luft plötzlich erstarrt sind. Gegen das Innere hin, wo die Blasen seltener und kleiner werden, zeigt aber die Masse eine immer deutlicher werdende steinige Structur. Allmälig unterscheidet man unter der Lupe kleine Körnchen von Leucit und Augit, welche mit zunehmender Entfernung von der Oberfläche immer gröſser werden. Hat der Strom eine bedeutende Mächtigkeit: so erscheint er als eine feste, vollkommen steinige Lava, deren Gemengtheile selbst mit unbewaffnetem Auge erkannt werden, und in immer gröſseren und deutlicheren Krystallen erscheinen.

Die vom *Vesuv* am 22. April 1845 in groſser Menge ausgeworfenen Leucitkrystalle sind, nach Pilla's Beschreibung*), sehr durchscheinend, glasglänzend, ungemein regelmäſsig ausgebildet und vollkommen frisch. Ihre Gröſse steigt bis zu der kleiner Nüsse; kleine Theile frischer Schlacken sitzen manchmal an denselben. Mit diesen Leuciten wurden gleichzeitig Augitkrystalle, deren Länge bis auf 7 Millimeter steigt, ausgeworfen. Pilla fand letztere auch in groſser Menge im Sande von den Eruptionen des Kraters auf *Stromboli*. Auch unter den Auswürflingen der, 1669 gebildeten *Monti Rossi* am *Aetna* kommen Myriaden von Augitkrystallen vor.

Von vorstehenden Leucitkrystallen theilte mir Dr. Krantz 19 Stücke mit. Von meinem Collegen Nöggerath erhielt ich 5 Krystalle, angeblich von einem Ausbruche des *Vesuv* am 10. Febr. 1847. Letztere sind ersteren so ähnlich, daſs man eine gleiche Abstammung vermuthen möchte. Sie waren regelmäſsig ausgebildet, sehr durchscheinend, glasglänzend und ganz frisch. Mehrere hatten an einzelnen Stellen einen dünnen, hier und da glasigen, theils bräunlich gelben, theils braunen, selten etwas in das Grünliche ziehenden Ueberzug, besonders da, wo zwei oder drei Leucit-Trapezoëder an einander saſsen. An einem Krystall befand sich eine glasglänzende blasige Schlacke, welche deutlich zeigte, daſs er in einer geschmolzenen Masse gesessen hatte. Andere waren ganz frei von einem solchen Ueberzuge und auch im Innern sehr rein. Nach dem Zerschlagen fanden sich aber in den meisten Krystallen Einschlüsse, welche zum Theil den vormaligen ge-

*) Jahrb. f. Min. u. s. w. 1846. S. 341.

schmolzenen Zustand deutlich wahrnehmen liefsen, und von derselben Substanz wie die aussen anhängenden schlackigen Massen zu sein schienen. Augitbruchstücke und Körnchen habe ich in ihnen nicht finden können. Die von Pilla beschriebenen, vom *Vesuv* ausgeworfenen Leucitkrystalle scheinen diesen sehr ähnlich gewesen zu sein.

Die Leucitkrystalle von *Roccamonfina* erreichen eine, grofsen Orangen gleichkommende Gröfse *). Sie sind in der gewöhnlichen Form wohl ausgebildet, nur etwas verwittert. Pilla bemerkte auf der Oberfläche eines dieser Krystalle kleine Serpulae und zugleich Sandkörnchen ähnlich jenen, die so häufig auf Muscheln aus Sandbänken sitzen. Sonach, schliefst er, dürfte der untermeerische Ursprung des Kraters von *Roccamonfina* nicht zweifelhaft sein.

Ein Bruchstück eines Leucitkrystalls von diesem Vorkommen, aus der Mineralien-Niederlage von Krantz, von ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser, zersprang schon durch einen einzigen schwachen Schlag mit dem Hammer. Es löste sich eine aussen rauhe, im Innern glasglänzende und an den Kanten durchscheinende Kruste ab, welche sich zwischen den Fingern und mit Hülfe der Nägel in kleine Bruchstücke zertheilen liefs, wovon nur wenige erbsengrofs, die meisten von der Gröfse feinen Sandes waren und äusserst selten Flächen zeigten. Diese Kruste war frei von Einschlüssen; nur selten zeigten sich kleine bräunliche Pünctchen. Unter ihr war die Masse noch leichter mit den Fingern in meist feine, an einzelnen Stellen durchsichtige, an anderen durchscheinende, milchweifse Splitterchen zu zertheilen. Der Kern enthielt viele, in der Farbe dem Augit ähnliche, traubige Einschlüsse, in denen keine Flächen und Kanten wahrzunehmen waren. Manche enthielten mikroskopisch kleine, weifse Leucit-Pünctchen, andere waren mit denselben innig gemengt und dadurch grau gefärbt; hier und da zogen sich Leucit-Streifen durch die Einschlüsse.

Eine grofse Zahl von Leucitkrystallen, welche aus dem Leucitgestein von *Rieden*, unfern des *Laacher-See*, herausgeschlagen wurden, unterwarf ich einer sorgfältigen Untersu-

*) Pilla a. a. O.

chung. Diese Kystalle sind sehr klein, die gröfsten nur von ungefähr 1 Linie Durchmesser; bei *Volkesfeld* kommen jedoch viel gröfsere vor. Die aus einem andern Blocke herausgeschlagenen Krystalle waren noch kleiner; denn das Gewicht von 364 betrug nur 39, mithin das eines einzigen durchschnittlich 0,1 Gran. Manche dieser Krystalle sind mit einer sehr dünnen Kaolin-Rinde überzogen, im Innern aber noch ganz frisch. Kaum findet sich einer, der nicht dem Augit ähnliche, schwarze Einschlüsse enthält, welche weder runde Körnchen, wie man sie beim Schmelzen des Augit vor dem Löthrohr erhält, noch wohl ausgebildete Krystalle darstellen. Selbst die kleinsten dieser Einschlüsse sind, so weit man ihre Umrisse noch unter der Lupe erkennen kann, nicht vollkommen abgerundet, sondern erscheinen, und diefs ist bei den gröfseren am deutlichsten zu sehen, als Bruchstücke von Krystallen mit geraden Kanten und scharfen Ecken. Nicht selten bilden sie Nadeln von der Dicke eines Menschenhaares, welche fast so lang, wie die Krystalle dick sind. Häufig sind diese Einschlüsse, namentlich die kleineren, durch anfangende Zersetzung ochergelb gefärbt.

Die Einschlüsse in den Leuciten von *Rieden* zeigen sich daher sehr verschieden von denen in den, von mir untersuchten Leuciten, welche vom *Vesuv* ausgeworfen wurden, so wie von dem grofsen Leucit von *Roccamonfina*; denn in keinem von diesen konnte ich auch nur eine Spur einer krystallinischen Bildung wahrnehmen, sondern es waren stets lavaartige Massen. In einer vorliegenden, an einer Seite abgeschliffenen und polirten Leucitlave vom *Vesuv*, worin sich Leucitkrystalle bis zu 3 Lin. Durchmesser finden, zeigen sich zwar einige schwarze Puncte, aber keine krystallinischen Bildungen.

Die Augite im Leucitgestein von *Rieden* betragen viel weniger als die Leucite. Jene lassen selten deutliche Kanten, Ecken und Flächen wahrnehmen; zwischen ihnen und den in den Leuciten eingeschlossenen Augiten zeigt sich in Beziehung auf die Formen kaum ein Unterschied. Die Augite im Gesteine erreichen aber, obgleich sehr selten, die Gröfse der gröfsten Leucite; meist sind sie eben so klein und bilden ebenso kleine Pünctchen, wie diese. Manchmal sieht man in den Augiten kleine Parthien von Leucit, auch die feinsten

Risse damit erfüllt. Einige von den gröfseren Augiten sind kugelförmig, glasglänzend, und sondern sich in concentrischen Schalen ab; manche scheinen auch die Ausbildung der mit ihnen in Berührung stehenden Leucitkrystalle gestört zu haben. Die glasigen Feldspathe kommen viel seltener in einzelnen Parthien als die Leucite vor. Auch sie enthalten häufig Einschlüsse von Augit-Bruchstücken.

Alle diese Verhältnisse sprechen dafür, dafs die Augite in den Leuciten, wie im Gesteine, früher gebildet wurden, als die Leucite; die leucitische Masse im Innern und in Sprüngen der Augite kann selbstredend nur später als diese gebildet worden sein.

Will man zu so viel wie möglich richtigen Vorstellungen von der Bildung der Leucitkrystalle gelangen: so hat man zunächst die relative Schmelzbarkeit derselben und der sie begleitenden Augite zu ermitteln. Der Leucit ist vor dem Löthrohre unschmelzbar, der Augit schmilzt dagegen zu einem Glase. Als Klaproth *) Leucit der Hitze des Porzellanofens ausgesetzt hatte, zeigte sich aussen eine anfangende Schmelzung, im Innern nur eine geringe Veränderung und noch starker Glanz; die darin befindliche Hornblende (Augit?) war aber zu einzelnen Tröpfchen geschmolzen. Der Leucit ist daher bei weitem strengflüssiger als der Augit.

Drei grofse Stücke vom Leucitgestein von *Rieden* setzte ich in einem hessischen Schmelztiegel einer starken Hitze aus. Die Masse stieg auf und flofs über, welches ohne Zweifel von entweichender Kohlensäure herrührte; denn das Gestein braust stark mit Säuren. Was an den innern Wänden des Tiegels noch hängen geblieben war, war eine vollkommen geschmolzene glasige Masse, in welcher die Leucitkrystalle sich fast ganz unverändert zeigten. Auch in der übergeflossenen, dem freien Feuer ausgesetzt gewesenen Masse waren die Leucite noch völlig von der umgebenen Masse gesondert: theils erschienen sie fast ganz unverändert, theils waren sie blasig und dem Bimsstein ähnlich geworden. Diese anfangende Schmelzung mochte indefs theils durch die eingeschlossenen

*) Beiträge Bd. I. S. 21.

Augite, theils durch die umgebende Masse, welche als Flufsmittel gewirkt hatten, verursacht worden sein.

Dieser Versuch wurde mit erbsengrofsen Stücken wiederholt. Sie schmolzen zu einer grofsblasigen Schlacke, welche 4 Zoll hoch im Tiegel emporstieg und überflofs. Die Leucitkrystalle waren nicht zum Schmelzen gekommen, meist milchweifs, aber zum Theil noch glasglänzend. An einer Stelle im Tiegel, wo die Masse zu vollkommenem Glas geschmolzen war, konnte man noch deutlich die ungeschmolzenen Leucite erkennen.

Es wurde nun noch fein gepülvertes und gesiebtes Leucitgestein einem strengen Feuer ausgesetzt. Nach dem Zerschlagen des Tiegels fand sich in der Mitte eine grofsblasige Schlacke, welche ringsumher von einer blofs zusammengesinterten, nicht blasigen Kruste umgeben war. Diefs ist auffallend, da der äussere Theil einer stärkeren Hitze als der innere ausgesetzt gewesen war. In der Kruste waren die Augittheilchen deutlich von den Leucittheilchen gesondert; jene waren zu kleinen Kügelchen geschmolzen, diese meist unverändert, zum Theil von einer gelblichen Glasrinde umgeben. Aber auch in dem schlackigen Kerne waren die Leucitkörnchen deutlich zu unterscheiden. Die Grundmasse und die augitischen Theile waren also so dünnflüssig gewesen, dafs die vielen Höhlenräume mit den dünnsten Rändern, auf denen noch Leucite safsen, entstehen konnten.

Die ausserordentliche Strengflüssigkeit des Leucit, der selbst als feines Pulver nicht zum Flusse kommt, wenn das ihn einschliefsende Gestein schmilzt, setzt voraus, dafs er, sofern er aus flüssiger Lava herauskrystallisiren kann, die zuerst erstarrende Substanz sein werde, und dafs die Lava, welche er während seiner Krystallisation einschliefst, viel später zur Erstarrung kommt.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn, wie v. Buch anführt, ein Augitkrystall in Leucitkrystallen eingeschlossen ist. Die Schmelzversuche thun entschieden dar, dafs Augit viel weniger strengflüssig als Leucit ist; die eingeschlossenen Augite konnten sich also nicht früher als die, sie einschliefsenden Leucite gebildet haben. Der Augit kann durch langsames Erkalten künstlich krystallisiren; es ist daher zu

denken, dafs eine vom Leucit eingeschlossene augitische Masse nach der Krystallisation des letzteren gleichfalls zum Krystallisiren kam. Wie hätte aber eine, etwa in der Form eines Tropfens gedachte und von festen Wänden des Leucit eingeschlossene augitische Masse den zur krystallinischen Ausbildung nöthigen Raum gewinnen können? — Wie hätten die erwähnten, äufserst dünnen Nadeln, welche diese Form nicht im flüssigen Zustande haben konnten, sondern erst in Folge der Krystallisation angenommen haben würden, die feste Leucitmasse gleichsam durchbohren können, um sich Platz zu verschaffen? — *) Die Krystallisation ist eine mächtige Kraft; die Eiskrystalle dringen aber nicht in das Holz der Gefäfse, in denen Wasser friert, hinein, sondern sie zersprengen das Gefäfs. Sollten daher nicht auch die Augite, wenn sie, eingeschlossen in kleinen Leucitkrystallen, zum Krystallisiren gekommen wären, diese auseinander gesprengt haben? Die sie umgebende Grundmasse würde keinen Widerstand geleistet haben, da sie, noch leichtflüssiger als Augit, nicht früher, sondern später als dieser zur Erstarrung gekommen wäre. Noch weniger ist zu denken, dafs vorhanden gewesene Augite oder Augitbruchstücke von geschmolzener Leucitmasse eingehüllt werden konnten, ohne dafs sie geschmolzen wären oder dafs sich wenigstens ihre Ecken und Kanten abgerundet hätten.

Da wir der Ansicht v. Buchs, dafs der Leucit später als der in ihm eingeschlossene Augit entstanden ist, vollkommen beistimmen müssen: so sind wir nicht im Stande, diese Bildungsfolge mit einer Ausscheidung des Leucit aus geschmolzener Lava in Uebereinstimmung zu bringen. Mit Recht legt er ein grofses Gewicht darauf, dafs in den neueren Laven Leucite nicht von gleicher Gröfse und Schönheit, wie in den alten gefunden werden. Wir haben Bd. II. S. 407

*) Diese Verhältnisse wurden schon von dem scharfsinnigen Breislak beachtet. Er sagt (a. a. O. Bd. I. S. 526): „Die kleinen Augit- und selbst Feldspaththeile, welche die Leucite einschliefsen, waren früher erstarrt als diese, welche doch viel strengflüssiger als jene sind.“ Diesen Widerspruch sucht er zwar zu heben; aber freilich auf eine so phantasiereiche Weise, dafs es überflüssig erscheint, seine Erklärung zu widerlegen.

die Frage aufgeworfen, ob denn der *Vesuv* die Kunst, Mineralien auf feuerflüssigem Wege zu bilden, verlernt habe; wir müssen diese Frage in Beziehung auf den Leucit wiederholen. So wie die Producte der jüngsten Eruptions-Perioden auf *Island* (S. 2207) und in der *Auvergne* (S. 2209), so sind auch die neueren Laven am *Vesuv* an krystallinischen Aggregaten nicht eben reich.

Die umsichtigen Beobachtungen v. Buch's führten ihn zur Annahme irgend einer von aufsen hinzugekommenen Ursache. Er fühlte, dafs das unmittelbar Gegebene zur Erklärung der Bildung der Leucite nicht hinreichend sei. Wie nun, wenn wirklich die unbekannte Ursache aus der Luft zugeführt worden wäre, wenn es die Meteorwasser wären, welche, durch die Lava filtrirend, die Bestandtheile des Leucit aufgelöst und daraus die Krystalle gebildet hätten? — Die kleinen Parthien von Leucit im Augit und in seinen feinsten Rissen konnten nur durch Gewässer eingeführt worden sein. Die Leucitlava zeigt demnach dasselbe, worauf wir so oft geführt wurden, dafs wohl in den meisten Fällen vulkanische Bildungen erst lange nach ihrer Erstarrung zum Krystallisiren kommen. Dafs die Wirkung der Gewässer auch nach der Bildung der Augite und Leucite fortdauert, zeigen in angeschliffenen Leucitlaven vom *Vesuv* die mikroskopisch feinen irregulären Sprünge, welche mit Eisenoxyd ausgefüllt sind, so wie die in rothe Masse umgewandelten augitischen Puncte in den Leuciten *). Höhlungen voll Wasser sind nicht selten in Laven, und häufig in denen vom *Capo di Bove* bei *Rom* und in einigen des *Somma*.

Berzelius **) führt an, dafs man eine dem Leucit ähnliche Verbindung durch Fällung einer gesättigten Auflösung von Thonerde mit einer Auflösung von kieselsaurem Kali erhält. Was kann man gegen einen ähnlichen Vorgang

*) Nach v. Buch's Bemerkung (a. a. O.) sind die Augite keiner so schnellen Zersetzung unterworfen, wie die Leucite. Er fragt, ob vielleicht das Kali in diesen die Ursache des schnelleren Verwitterns sei: eine vor einem halben Jahrhundert bedeutsame Frage.

**) Lehrb. d. Chemie. Aufl. V. Bd. III. S. 482.

in der Leucitlava einwenden, wenn besonders die S. 2157 und 2233 angeführten Thatsachen und der Umstand beachtet werden, dafs kieselsaure Alkalien zu den gewöhnlichen Zersetzungs- und Auslaugungsproducten aus feldspathigen Massen gehören (Bd. I. S. 816)? Einer solchen Bildungsart würde das Vorkommen gröfserer und schönerer Leucite in alten als in neuen Laven entsprechen. Die mikroskopischen Leucite, womit die vesuvischen Laven von 1767 und 1779 durchwebt sind, würden dann für solche zu halten sein, welche erst im Werden begriffen sind.

Der unversehrte Zustand der Leucite in der künstlich geschmolzenen Lava entkräftet die Gründe, welche v. Buch gegen ihre Präexistenz anführte. Konnten sich die Leucitkrystalle in einer geschmolzenen Masse, welche so dünnflüssig war, dafs sie an den Wänden des Tiegels vollkommen glasartig erstarrte und selbst noch in den dünnsten Rändern, welche die Höhlenräume umgaben, erhalten: so ist ihre Existenz in der geschmolzenen Lava um so leichter zu begreifen, als die Hitze, welcher das Leucit-Gestein von *Rieden* ausgesetzt worden, gewifs höher als die der Lava des *Vesuv* war. Je weniger hoch aber der Hitzgrad der letzteren war, desto leichter konnten darin enthaltene Leucite ihn ertragen, ohne dafs ihre Krystallform oder selbst nur ihre Ecken und Facetten zerstört wurden. Mit der vorausgesetzten Präexistenz der Leucite in der Lava steht auch nicht im Widerspruche ihr Vorkommen in den Höhlungen, und die Uebereinstimmung ihrer Formen mit denen der letzteren; denn nach der Erstarrung einer, feste Körper einschliefsenden geschmolzenen Masse müssen sich identische, wenn auch nicht ganz anschliefsende Formen zeigen, da in Folge der Zusammenziehung der erstarrten Masse und der abgekühlten eingeschlossenen Körper Zwischenräume, seien sie auch noch so klein, entstehen. Waren dagegen die Leucite nicht präexistirend, bildete die Lava eine homogene geschmolzene Masse: so ist eine Absonderung der leucitischen Theile an verschidenen Puncten, so lange als der flüssige Zustand noch anhielt, gleichfalls zu denken. Bei fortschreitender Abkühlung krystallisirten die leucitischen Theile zuerst, später die augitischen und zuletzt erstarrte die Grundmasse und umschlofs die Leucit-

krystalle, indem sie deren Formen gleich Abdrücken angenommen hatte. Wir können nicht in Abrede stellen, daſs Necker's Beobachtungen (S. 2269), das Vorkommen der Leucite in der Lava vom *Vesuv* und die Zunahme ihrer Gröſse gegen das Innere, sehr zu Gunsten einer Ausscheidung der Leucite aus einer geschmolzenen homogenen Masse spricht.

Rudberg's Versuche *) geben uns eine klare Anschauung von dem Vorgange in geschmolzenen Massen bei langsamer Erstarrung. Nach denselben ist eine, in irgend einem Verhältnisse zusammengeschmolzene Masse zweier Metalle, z. B. Blei und Zinn, als ein Gemeng einer nach einfachen Atom-Verhältnissen zusammengesetzten Legirung mit dem im Ueberschusse vorhandenen Metalle zu betrachten. Bei langsamer Erkaltung einer solchen geschmolzenen Masse erstarrt dieser Ueberschuſs zuerst und bleibt mechanisch vertheilt in der noch flieſsenden Legirung, bis diese gleichfalls erstarrt. Ein solcher Vorgang ist auch bei langsamer Abkühlung einer Lava zu denken; nur mit dem Unterschiede, daſs hier mehrere Stoffe zusammengeschmolzen sind. Dem gemäſs kann man eine homogene Leucitlave als ein Gemeng von Leucit und einer Masse, welche die übrigen Bestandtheile der Lava enthält, betrachten. Der ungleich strengflüssigere Leucit scheidet sich beim Erkalten der Lava zuerst aus, und später kommt die gedachte Masse zum Erstarren. Ist nun diese Masse gleichfalls ein Gemeng von verschiedenen Verbindungen: so findet ebenso eine Succession in der Ausscheidung derselben, je nach ihrer abnehmenden Strengflüssigkeit, statt. Scheidet sich der Leucit auf diese Weise wirklich aus: so ist es vorzugsweise der groſse Unterschied zwischen seiner Schmelzbarkeit und der der anderen Gemengtheile der Lava, welche schon bei ziemlich rascher Erstarrung die Ausscheidung möglich machen würde.

Eine solche Ausscheidung der Leucite würde selbstredend auch in den, im Krater erstarrenden Lavamassen statt finden, und da diese, von erhitzten Wänden und von heiſsen Dämpfen umgeben, sehr langsam erstarren: so würden hier

*) Poggend. Annal. Bd. XVIII. S. 274.

die günstigsten Bedingungen für die Bildung gröſserer Leucitkrystalle gegeben sein.

Rudberg beobachtete, daſs bei der Erstarrung eines Metallgemisches die Temperatur, sowohl während des Erstarrens des überschüssigen Metalls, als auch während der später eintretenden Erstarrung der Legirung, in Folge der Entweichung der latenten Wärme, eine Zeit lang stationär bleibt. Da unzweifelhaft auch bei der successiven Erstarrung der Lava, durch das Freiwerden der latenten Wärme der erstarrenden Mineralien, die Temperatur eine Zeit lang und um so länger stationär bleiben wird, je bedeutender die Massen sind: so würde dieser Umstand die Absonderung gröſserer Massen von Leucit und ihre vollständigere krystallinische Ausbildung begünstigen.

Ein groſser Reichthum an Alkalien und Thonerde in Laven bedingt die Bildung von Leucit. In Augitlaven betragen die Alkalien (Bd. II. S. 666 und 669) 4,22 bis 4,92 Proc. und das Kali ist nur ein kleiner Bruchtheil des Natron, während die Alkalien in den Laven des *Vesuv* von 10,43 bis zu 11,84 Proc. steigen und das Kali darin ungefähr $\frac{1}{3}$ ausmacht. Daher bildete sich aus jenen Laven Labrador *), der an Alkalien ärmste, und aus diesen Leucit, der an Alkalien reichste Feldspath. Da die übrigen Bestandtheile in den Augit- wie in den Leucitlaven in ziemlich übereinstimmenden Verhältnissen vorkommen: so bildete sich in beiden, neben den so sehr verschiedenen Feldspathen, dasselbe Mineral, nämlich Augit. Solche bedeutende Quantitäten Alkalien, wie in den Laven des *Vesuv*, finden sich überhaupt nur äusserst selten in Gebirgsgesteinen; daher gehören auch Leucit-Gesteine zu den Seltenheiten; denn ausser *Italien* sind es nur die westlichen Umgebungen des *Laacher-See* und der *Kaiserstuhl*, wo sie angetroffen werden. In jenen Umgebungen treten sie sehr massenhaft auf; denn es sind nicht bloſs die Leucitgesteine zwi-

*) Labrador ist nicht sehr viel strengflüssiger als Augit; daher finden sich in Augitlaven, selbst wenn sie, wie die mächtige Doleritmasse auf *Strombolino* (Bd. II. S. 666) und der mächtige Lavastrom des *Aetna* vom J. 1669 (S. 629) äusserst langsam erstarrten, doch nur kleine Labradorkrystalle.

schen *Rieden* und *Volkesfeld*, sondern auch die bedeutenden Tuffmassen bei *Bell*, welche Leucite und letztere in sehr zersetztem Zustande in grofser Menge einschliefsen.

Die Zeolithe in Drusenräumen sind unzweifelhaft von späterer Entstehung als diese; nur unklare Anschauungen konnten sie für Ausscheidungen feuerflüssiger Massen halten. Wollte man die Leucite für solche Ausscheidungen nehmen, wozu der mangelnde Wassergehalt berechtigen könnte: so müfste man in der flüssigen Lava Höhlenräume voraussetzen, deren Wände sich für eine lange Zeit im flüssigen Zustande erhielten, und durch welche die flüssige Leucitmasse in die Höhlenräume schwitzte. Solche Höhlenräume oder Blasen könnten nur von Gasen oder Wasserdämpfen herrühren, die sich aus der Lava selbst entwickelt hätten, wie es in obigen Schmelzversuchen die in der Hitze aus den Carbonaten entwickelte Kohlensäure war, welche die geschmolzene Masse so grofsblasig machte. So lange als die Lava flüssig bliebe, würden die erhitzten Gase in den Höhlenräumen das Eindringen leucitischer Theile verhindern, und wenn es auch geschehen könnte: so würden die dadurch comprimirten Gase diese Räume in demselben Verhältnisse erweitern, als leucitische Theile eingedrungen wären. Wären auf diese Weise die Leucite in den Höhlenräumen entstanden: so würden sie nur einen Theil und wohl nur den kleineren Theil derselben erfüllt haben; der übrige Raum würde leer geblieben oder später mit Infiltrationsproducten erfüllt worden sein. Von einem solchen Vorkommen ist uns nichts bekannt geworden. Dafs von einem plutonischen Durchschwitzen nach dem Erstarren der Lava keine Rede sein kann, versteht sich von selbst.

Das Aufsteigen und Ueberfliefsen des geschmolzenen Leucitgesteins mit seinen eingeschlossenen ungeschmolzenen Leucitkrystallen (S. 2273) zeigt, dafs ebenso eine Lava mit eingeschlossenen Leuciten aus dem Krater des *Vesuv* aufsteigen, überfliefsen und auf geneigtem Boden fortfliefsen kann. Davon ausgehend, begreift man leicht die Gegenwart der Leucitkörner in den, während Hoffmann's Anwesenheit auf dem *Vesuv*, erstarrten Schlacken, so wie in den von ihm gesammelten und mit einer eisernen Zange flach gedrückten Lavastücken (S. 2269). Die Glasfäden neben Leucitkörnern zeigen

eine sehr schnelle Erstarrung an, während welcher letztere schwerlich aus geschmolzener Leucitmasse hätten krystallisiren können. Wäre es endlich denkbar, dafs während der momentanen Erstarrung der Lava in der Zange die Leucitmasse, etwa wie der Saft aus Zitronen, ausgequetscht worden wäre? Wenn man es freilich, wie der verstorbene Pilla *), für denkbar hält, „dafs die kleinen durch den Vulkan ausgeschleuderten Schlacken, welche die Elemente der Leucite enthielten, in dem Augenblicke, wo deren Erkalten und Festwerden statt gefunden, in eigenthümlichen Zuständen gewesen seien, die ihren Masse-Theilchen zuliefsen, nach den Mischungs-Formeln und nach der Krystallgestalt jener Substanzen zusammen zu treten“: so wird man dieselbe Ausscheidung auch in der, von der Zange gequetschten Lava für denkbar halten. Es ist nur Schade, dafs Pilla die Frage, was man sich unter jenen eigenthümlichen Zuständen zu denken habe, selbst nicht zu beantworten wufste.

Die Präexistenz der Leucite in der Lava erklärt ungezwungen die vom *Vesuv* ausgeworfenen Leucitkrystalle. Wirkte auf eine im Krater erstarrte Leucitlava bei späteren Ausbrüchen abermals Hitze ein, und kam dadurch die Grundmasse zur Erweichung oder gänzlichen Schmelzung, drangen durch sie comprimirte Wasserdämpfe oder Kohlensäure: so wurden die Leucitkrystalle und mit ihnen geschmolzene Massen ausgeschleudert. Letztere erstarrten während ihres Fluges durch die Luft zu blasigen Schlacken, welche theils an den Leuciten hängen blieben, theils davon abgesondert niederfielen.

Der Ansicht Monticelli's und Covelli's, dafs der, die Leucite überziehende glänzende Firnifs von ihrer oberflächlichen Schmelzung herrühre, können wir nicht beitreten. Es war gewifs nur die anhängende geschmolzen gewesene Schlacke, welche bei rascher Erkaltung glasig wurde; denn in dem künstlich geschmolzenen Leucitgesteine zeigten sich dieselben Ueberzüge, sogar mit derselben Farbe auf den Leucitkrystallen, und selbst auf denen, welche ganz unverändert erschienen.

Ist die Existenz der Leucite in der, im Krater des *Vesuv*

*) A. a. O.

erstarrten Lava unzweifelhaft: so gilt dasselbe von den Augitkrystallen, welche gleichzeitig mit den Leuciten ausgeworfen wurden. Diesem gemäfs kann die auf die Lava eingewirkte Hitze nicht bis zu dem Grade gestiegen sein, dafs die Augitkrystalle, sondern nur die leichtflüssigere Grundmasse zum Schmelzen kamen, und dafs daher die Augit- wie die Leucitkrystalle mit der geschmolzenen Grundmasse ausgeworfen wurden. Der vulkanische Sand, wie namentlich auf *Stromboli*, ist wahrscheinlich aus dieser geschmolzenen und in der Luft rasch erstarrten und gekörnten Grundmasse entstanden. Man kann sich aber auch vorstellen, dafs die erstarrten Laven durch die Wirkung stark erhitzter Dämpfe zerfallen, ohne dafs es zum Schmelzen kommt und dafs daher die Grundmasse in Partikelchen zertheilt, zugleich mit Augit- und Leucitkrystallen im festen Zustande ausgeworfen wird. Nach Pilla sind die Augitkrystalle von der Eruption vom 22. April 1845 mehr oder weniger angegriffen; manche schwärzlichbraun, andere röthlichbraun oder gelblichweifs. Diese Farben, welche eine höhere Oxydation des Eisenoxydul anzeigen, können die Folge einer Einwirkung der Wasserdämpfe sein, wenn atmosphärische Luft nicht gänzlich ausgeschlossen war.

Hält man sich an die vorstehenden Thatsachen: so kann weder die feuerflüssige Bildung der Leucite, welche Lava oder amorphe augitische Masse einschliefsen, noch die wässrige Bildung der Leucite, welche krystallisirte Augite enthalten, in Abrede gestellt werden. Es ist nur der Unterschied, dafs keine Schwierigkeit vorliegt, sich auch jene Leucite als Bildungen auf nassem Wege zu denken.

Wie verhält sich's nun aber mit den vom *Vesuv* ausgeworfenen Leuciten? — Können diese, nach obigen Bemerkungen, als Bildungen aus flüssiger Lava gedacht werden: so darf man doch nicht Folgendes übersehen. Die Thätigkeit der Vulkane setzt oft während langer Zeiträume aus; ganz besonders ist diefs beim *Vesuv* der Fall. Der Kraterboden verändert sich auf die mannichfaltigste Weise; Kanäle und Spalten, durch welche in früheren Zeiten Lava aufstieg, werden durch die zuletzt aufgestiegene verstopft, neue öffnen sich. Während der sehr langsamen Erstarrung solcher, von stark

erhitzten Wänden eingeschlossenen Ausfüllungsmassen, sind die Bedingungen zu krystallinischen Bildungen aus geschmolzener Lava in weit höherem Grade als in den am äusseren Abhange herabgeflossenen, viel schneller erstarrenden Lavaströmen gegeben. Bleiben solche ausgefüllte Kanäle Jahrhunderte und Jahrtausende lang verschlossen: so können die Dampfentwicklungen aus anderen Spalten und die eindringenden Meteorwasser nicht minder krystallinische Bildungen herbeiführen. Geschieht es endlich doch einmal, dafs im verstopften Kanal neue Lava aufsteigt, und dadurch die erkaltete wieder so weit erhitzt wird, dafs ihre Grundmasse schmilzt oder erweicht wird; dringen dann die stark comprimirten und erhitzten Wasserdämpfe durch die erweichte Masse: so begreift man das Herausschleudern ungeschmolzener Krystalle aus dem Krater.

Einschlüsse fremder Substanzen in Krystallen sind keine Seltenheiten. Kein Mineral schliefst so verschiedenartige wie der entschieden auf nassem Wege gebildete Bergkrystall (Bd. II. S. 1268) ein. In keinem Mineral sind aber diese Einschlüsse so allgemein, als im Leucit, und nach vorstehenden Beobachtungen sind sie meist amorphe Massen, und nur selten krystallisirte Körper.

Entstehen die Krystalle, wie die künstlichen Krystallisationen auf nassem Wege so deutlich zeigen, durch Juxtaposition: so scheint kein Grund zur Annahme vorhanden zu sein, dafs die Krystallisationen auf feuerflüssigem Wege auf andere Weise erfolgen sollten. Denkt man sich eine geschmolzene homogene Masse: so mufs der Krystallisation eine Absonderung der gleichartigen Theile an gewissen Stellen vorausgehen; die Gegenwart der Einschlüsse in der Mitte der grofsen Krystalle von *Roccamonfina* zeigt aber, dafs hier die Absonderung der leucitischen Theile von der Grundmasse nur unvollkommen von statten gegangen war. Hatte sich die ganze Menge der leucitischen Theile, welche diese Krystalle zusammensetzen, angesammelt, und kamen sie, in Folge der Abkühlung der ganzen Masse, zum schnellen Krystallisiren: so wird man zur Vermuthung geführt, dafs die Krystallisation von aussen nach innen fortschritt, wodurch die fremdartigen, noch im flüssigen Zustande befindlichen Theile nach dem Mittelpuncte

gedrängt wurden, und hier, nach vollendeter Krystallisation des Leucit, formlos erstarrten. Stellt man sich dagegen vor, dafs die Krystallisation der Leucitkrystalle durch Juxtaposition erfolgt sei: so würde sich zuerst der Kern gebildet haben, und durch Molecular-Attraction würden leucitische Theile aus der umgebenden flüssigen Masse fortwährend herbeigeführt worden und zum Krystallisiren gekommen sein. Man könnte sich dann vorstellen, wie die geringe Menge leucitischer Theile, welche den Kern bildeten, nicht im Stande waren, sich von den fremden Theilen vollständig abzusondern; wie aber, nach Bildung eines Attractions-Mittelpunctes, der sich allmälig vergröfsernde Leucit nur Gleichartiges anzog und Ungleichartiges abstiefs.

Deuten die kleinen Serpulae und die kleinen Körnchen Sand auf einem der grofsen Leucitkrystalle auf einen untermeerischen Ursprung des Kraters von *Roccamonfina* (S. 2271): so kann man nicht in Abrede stellen, dafs in diesem Falle die Vorstellung einer feuerflüssigen Bildung so grofser Krystalle sehr erschwert wird. Denkt man sich zwei gleiche Massen leucitischer Lava, wovon die eine in der Luft, die andere unter dem Meere erkaltete: so ist klar, dafs die letztere bei weitem schneller als die erstere erstarren mufste. Unzweifelhaft würden sich daher unter dem Meere viel kleinere Leucitkrystalle als in der Luft gebildet haben, wenn diese aus feuerflüssiger Masse entstanden wären. Der Krater von *Roccamonfina* ist einer der gröfsten im Reiche beider *Sicilien,* ja vielleicht in ganz *Italien* *). Die Gesteine, welche die wohl ausgebildeten Leucitkrystalle in Menge enthalten, sind theils dicht, theils ist ihr Gefüge gleichsam mehr trümmerartig und das Ganze so locker, dafs sie leucitischen Tuffen gleichen. Die Leucitophyre mit übergrofsen Leucitkrystallen finden sich meist auf den äusseren Gehängen des grofsen Kegels. Pilla hält nicht dafür, dafs diese Leucitgesteine in Gestalt von Strömen ergossen wurden, sondern dafs sie ihren Ursrung einer Art von Phänomenen verdanken, welche der Bildung des Kraters vorangingen.

Eine so grofse Masse, wie der Kegel von *Roccamonfina,*

*) Pilla im n. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1845. S. 845.

dessen Basis einen Umkreis von ungefähr 50 (italienische) Meilen hat, würde allerdings selbst unter dem Meere ausserordentlich langsam und viel langsamer, als Lavaströme in der Luft erstarrt sein. Da jedoch die grofsen Leucite am äusseren Gehänge des Kegels, also in naher Berührung mit dem Meerwasser gewesen sein müssen, wenn auch im Laufe der Zeit grofse Massen von dem Gehänge herabgeführt und die inneren Theile des Gesteins entblöfst worden sein mögen, und da die Serpulae und der Sand auf dem Leucit die unmittelbare Berührung mit dem Meerwasser voraussetzen: so mufs dieses Leucitgestein sehr schnell erstarrt sein. Wie kann man sich aber denken, dafs da, wo die Abkühlung am schnellsten statt fand, die gröfsten, und wo sie am langsamsten erfolgte, die kleinsten Leucitkrystalle entstanden sind? — Diese Widersprüche sind zu heben, wenn man an eine feuerflüssige Bildung der Leucitkrystalle von *Roccamonfina* denken soll; wir wissen aber in der That nicht, wie sie gehoben werden sollen.

Dafs Krystallisationen aus wässrigen Flüssigkeiten befördert und beschleunigt werden, wenn Krystalle identisch mit denjenigen, welche krystallisiren sollen, in die Flüssigkeiten gebracht werden, ist bekannt. Man könnte diefs einer Molecular-Attraction zwischen gleichartigen Massen zuschreiben; aber auch andere, von den krystallisirenden ganz verschiedene feste Körper, Stäbe und Rechen von Holz, Fäden u. s. w., in eine dem Krystallisiren nahe Flüssigkeit gebracht, befördern und beschleunigen die Krystallisation. In den meisten Harnsteinen findet sich verhärteter Blasenschleim, der als Kern für den theils krystallinischen, theils erdigen Absatz ganz anderer Stoffe dient; auch fremde, von aussen in den thierischen Körper gelangte Substanzen hat man in Blasensteinen gefunden *).

*) Ein Korn von dem mit dem Harn gewöhnlich fortgeführten Gries, oder ein kleiner Stein, welche in der Blase zurückbleiben, werden der Kern für die Abscheidung schwerlöslicher Bestandtheile des Harns. Diese Abscheidung schreitet selbst dann noch fort, wenn der Harn von diesen Bestandtheilen nicht mehr enthält, als unter gewöhnlichen Umständen aufgelöst geblieben

Lassen wir uns von diesen Analogien leiten: so können wir ohne Schwierigkeit begreifen, wie die in Leucitkrystallen eingeschlossenen Lavabrocken, Augitbruchstücke und Augitkrystalle gleichfalls als Kerne dienten. Dieſs läſst sich aber nicht mit einer Bildung auf feuerflüssigem Wege einigen; denn da der Leucit bei weitem strengflüssiger ist als seine Einschlüsse: so konnten diese nicht im festen Zustande vorhanden gewesen sein; flüssige Substanzen können aber nicht als Kerne dienen. Viel mehr ist zu vermuthen, daſs geschmolzene Massen von den krystallisirenden Leuciten ebenso zurückgedrängt werden, wie die Mutterlauge bei der Krystallisation auf nassem Wege; denn was von derselben zurückbleibt, wird in nur sehr geringen Mengen zwischen den Spaltungsflächen der Krystalle eingeschlossen. Erfolgte dagegen die Krystallisation der Leucite auf nassem Wege: so waren die Augite und die Gruundmasse der Lava schon längst erstarrt und diese oder jene konnten dann als Kerne für die Krystallisation der Leucite dienen. In diesem Falle konnten sogar die Leucite, welche in der flüssigen Lava existirt hatten, selbst wenn sie nur kleine Körnchen waren, als Kerne für die auf nassem Wege fortschreitende Krystallisation die-

wäre (Berzelius Lehrbuch der Chemie, dritte Aufl. Bd. IX. S. 482).

Gewiſs wird mancher unserer Leser überrascht werden, hier, wo von der Bildung der Leucite die Rede ist, eine Anknüpfung an die Entstehung der Blasensteine zu finden. Man irrt aber sehr, wenn man glaubt, daſs beim Absatze unorganischer Substanzen im thierischen Organismus andere Geseze obwalten, als beim Absatze solcher Substanzen im Mineralreiche. Zwischen den Absätzen in den Blasenräumen des Menschen und der Thiere und denen in den Blasenräumen der Gesteine herrscht die gröſste Analogie. Dort wie hier sind es, durch hohle Räume flieſsende wässrige Auflösungen, aus welchen sich aufgelöste Substanzen absetzen. So wie in der thierischen Blase ein einmal erfolgter Absatz als Fällungsmittel für die unter gewöhnlichen Umständen aufgelöst gebliebenen Substanzen dient: so kann es auch in den Blasenräumen im Gebirgsgestein gedacht werden. Gewässer, welche durch dieselben filtriren, können z. B. Kieselsäure absetzen, welche ohne Gegenwart eines vorher erfolgten kieseligen Absatzes, fortgeführt worden wären.

nen, ganz analog dem vorhin erwähnten Vorgange bei künstlichen Krystallisationen und beim Absatze der Blasensteine.

Die Schwierigkeit, sich die Bildung so grofser Krystalle, wie die von *Roccamonfina*, im festen Gesteine zu denken, ist nur scheinbar. Krystallisationen im festen Gesteine, in welches nichts von aussen hinzugeführt und aus welchem nichts fortgeführt wird, sind nichts anderes als Dislocationen der in der ganzen Masse zerstreuten ungleichartigen Bestandtheile. Wir finden im festen Mergel, in Thonlagern, im derben Gyps, im Kalkstein u. s. w. Gypskrystalle oft von seltener Gröfse. Die Zeiten sind wohl vorüber, wo man Gypskrystalle, selbst im sedimentären Gesteine, für plutonische Bildungen hielt. Wie diese, so haben sich auch die glasigen Feldspathkrystalle im Trachytconglomerat, deren Bildung auf nassem Wege nachgewiesen wurde (S. 2191), Platz verschafft und Dislocationen in den Bestandtheilen der Gesteine, in denen sie sich finden, veranlafst. Kann man nach solchen unbestreitbaren Thatsachen noch Anstand nehmen, die, grofsen Orangen gleichkommenden Leucitkrystalle zu *Roccamonfina* für Bildungen auf gleiche Weise zu halten? Will man diefs läugnen, nun so beseitige man die oben erhobenen Widersprüche, welche sich der Annahme ihrer plutonischen Bildung entgegenstellen.

Zusammensetzung der Leucite.

Von einem Mineral, wie der Leucit, welches wesentlich nur aus kieselsaurer Thonerde und kieselsauren Alkalien besteht, und in welchem diese beiden Basen nie durch andere vertreten zu sein scheinen, sollte man eine sehr constante Zusammensetzung erwarten; die folgenden Analysen zeigen indefs, dafs diefs nicht der Fall ist.

	I	I *a*	II	III
Kieselsäure . . .	53,75	53,50	54,00	54,50
Thonerde . . .	24,62	24,25	23,00	23,50
Kali	22,11	19,09	22,75	20,16
	100,48	96,84	99,75	98,16

	IV	V	IV	VII
Kieselsäure . . .	56,10	56,05	55,81	55,55
Thonerde . . .	23,10	23,03	24,23	23,17
Eisenoxyd . . .	0,95	—	—	—
Kalkerde	—	Spur	—	—
Kali	21,15	20,40	10,40	21,28
Natron	—	1,02	8,83	—
	101,30	100,50	99,27	100,00

I und I *a*, Leucit vom *Vesuv*, II von *Albano* bei *Rom*, III von *Pompeji*, Klaproth *). IV vom *Vesuv*, Arfvedson **). V aus der Lava von *Somma* bei *Neapel*, Awdejew ***). VI aus der Lava vom *Vesuv*, glasiger Leucit, Abich †). VII Berechnete Zusammensetzung nach der Annahme, dafs der Leucit $\frac{2}{3}$ kieselsaures Thonerde-Kali sei.

Klaproth bemerkt, dafs das ausgeschiedene Alkali mit Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure Salze gab, welche der Krystallform der Kalisalze dieser Säuren entsprachen. Die bedeutenden Differenzen im Kaligehalte, namentlich zwischen I und I *a* (Leucite von gleichem Vorkommen), und der bedeutende Verlust in I *a*, lassen, unbeschadet des grofsen Verdienstes, welches sich Klaproth durch die Entdeckung des Kali im Leucit und somit im Mineralreiche überhaupt erworben hat, auf Fehler in der Analyse schliefsen.

Da nur die beiden Analysen V und VI Natron angeben: so schien es, dafs die Leucite theils blofs Kali, theils Kali und Natron enthalten. Um hierüber in's Klare zu kommen, habe ich die folgenden Analysen unternommen ††).

*) Beiträge Bd. II. S. 39 ff. Der von Klaproth theils aus dem Chlorkalium, theils aus dem salpetersauren Kali berechnete Kaligehalt wurde nach der jetzt bekannten Zusammensetzung dieser Salze corrigirt.

**) Afhandl. i Fys. VI. 139.

***) Poggend. Ann. Bd. LV. S. 107.

†) Geol. Beobachtungen S. 128.

††) Obgleich es als überflüssig erscheinen mag, den Gang der Analyse bei einem so einfachen Mineral, wie der Leucit, anzuge-

	VIII	IX	X	XI
Kieselsäure . .	56,22	54,36	57,84	56,49
Thonerde etwas eisenhaltig	23,07	24,23	etwas eisenhalt. 22,85	22,99
Eisenoxyd . . .	0,48	—	0,14	—
Kalkerde . . .	0,23	—	0,20	0,04
Kali	13,26	16,52	12,45	15,21
Natron	6,40	3,90	6,04	3,77
Glühverlust . .	nicht bestimmt	0,64	0,59	1,48
	99,66	99,65	100,11	99,98

ben: so kann ich doch nicht umhin, hierüber einiges zu bemerken. Die Kieselsäure scheidet sich bei der Digestion mit Salzsäure in der Art pulverförmig aus, daſs sie, mit dem Glasstabe gerieben, stark knirscht; man ist daher ungewiſs, ob das Pulver vollständig aufgeschlossen worden ist. Ich habe jedoch gefunden, daſs eine 24stündige Digestion mit Salzsäure zum Aufschlieſsen vollkommen hinreicht; dennoch wurde die ausgeschiedene Kieselsäure stets durch Fluſssäure verflüchtigt. Dieſs ist besonders dann nicht zu vernachlässigen, wenn, wie in den meisten Fällen, die Leucite Augit- oder Lavatheile eingeschlossen enthalten. Daher blieben stets, wenn auch nur geringe Rückstände, welche aus Thonerde und Eisenoxyd bestanden, manchmal auch Kalk und sogar einmal Alkalien enthielten. Eine besondere Sorgfalt wurde auf die Scheiduug des Kali vom Natron gerichtet. Ich nahm bei dieser Gelegenheit Veranlassung, ein einfaches und sicheres Mittel zur Reduction des ausgeschiedenen Kaliumplatinchlorid und des in der alkoholischen Lösung zurückbleibenden Natriumplatinchlorid aufzusuchen, um die vom Platinchlorid befreiten Chlorüre einer weiteren Prüfung unterwerfen zu können. Das Wasserstoffgas entspricht allen Wünschen und Anforderungen. Diese Reduction geht bei mäſsiger Hitze kaum in einer Stunde von Statten, wenn das Pulver sehr fein zertheilt wird, und das Wasserstoffgas braucht nicht einmal vollständig ausgetrocknet zu sein. Der Rückstand wird mit heiſsem Wasser ausgelaugt, wozu indeſs einige Zeit erforderlich ist. Erscheint das durch Abdampfen erhaltene Chlorkalium nicht vollkommen weiſs, sondern noch etwas gelblich: so ist die Reduction zu wiederholen. Hat man sie indeſs nur einige Male vorgenommen: so lernt man bald die dazu nöthige Zeit kennen,

	XII	XII. *a*	XII. *b*	XII. *c*
Kieselsäure . . .	57,28	58,10	56,45	56,32
Thonerde mit Spuren von Eisen .	22,44	22,76	etwas eisenhalt. 24,35	23,99
Kalkerde . . .	Spur	Spur	Spur	Spur
Kali	17,12	17,36	17,43	17,54
Natron	1,75	1,78	1,98	2,15
Glühverlust . . .	1,41	—	—	—
	100,00	100,00	100,21	106,00

und erhält dann das Chlorkalium vollkommen weiſs. Das Gewicht desselben fand ich stets ein wenig geringer, als es sich durch Rechnung aus dem Kaliumplatinchlorid ergiebt, welches davon herrührt, daſs dieses Doppelsalz, in der Siedhitze des Wassers getrocknet, noch eine geringe Menge Wasser zurückhält. Daher unterlasse ich, seitdem ich diese Methode befolge, dieses Austrocknen und die Gewichtsbestimmung des Kaliumplatinchlorid. Das Verfahren wird dadurch vereinfacht und genauer, indem das durch Reduction des Kaliumplatinchlorid erhaltene Chlorkalium, wie sich von selbst versteht, über freiem Feuer ausgetrocknet wird. Ueberdieſs braucht man jenes Doppelsalz nicht auf dem Filter auszuwaschen; denn es kann leicht durch Decantiren geschehen, ohne daſs man eine gröſsere Menge Alkohol anzuwenden nöthig hat. Giebt man sich die geringe Mühe, das Gewicht des Chlorkalium und des rückständigen Platin zu bestimmen: so hat mann eine sichere Controlle für die Genauigkeit der Scheidung. Ich fand stets das Verhältniſs des Chlorkalium zum Platin mit dem im Kaliumplatinchlorid so nahe übereinstimmend, daſs die Differenzen unter die unvermeidlichen Fehler fielen.

Die Reduction des durch Abdampfen der alkoholischen Lösung erhaltenen Natriumplatinchlorid und des überschüssig zugesetzten Platinchlorid kann man sich erleichtern, wenn man vor dem Abdampfen den gröſsten Theil des Platin durch Salmiak fällt, und den Ueberschuſs desselben vom Rückstande forttreibt; dieſs ist besonders zu empfehlen, wenn ein bedeutender Natrongehalt vorhanden ist. Die geringe Menge des zurückgebliebenen Platinsalzes wird dann durch Wasserstoffgas sehr schnell reducirt, und man erhält durch Auslaugen und Abdampfen ein schneeweiſses Chlornatrium. Die Controlle durch eine Gewichts-

VIII, Leucitkrystalle von *Rieden* (S. 2271). Sie brausten etwas mit Säuren (S. 2278); die folgenden zeigten aber nicht das mindeste Brausen. IX, 364 Leucitkrystalle aus einem anderen Leucitgestein daselbst (S. 2272). X, 19 Leucitkrystalle, vom *Vesuv* im April 1845 ausgeworfen (S. 2270). XI, 5 Leucitkrystalle, vom *Vesuv* 1847 ausgeworfen (S. 2270). XII, Leucitbröckchen von dem grofsen Krystall aus *Roccamonfina* von der äusseren Kruste (S. 2271). XII. *a*, nach Abzug des Glühverlustes, um diese Analyse mit den beiden folgenden, in welchen der Glühverlust nicht bestimmt wurde, vergleichen zu können. XII. *b* Leucitbröckchen von demselben Krystall, unterhalb der vorhergehenden. XII. *c* desgleichen nahe dem Kern. Durch ein Versehen wurde in XII und XII. *c* das Gewicht der Kieselsäure vor der Behandlung mit Flufssäure nicht, und daher nur durch Subtraction bestimmt.

Ueberblickt man die sämmtlichen vorstehenden Analysen: so kann kaum ein Zweifel übrig bleiben, dafs ebenso, wie es keinen Orthoklas giebt, der ganz frei von Natron ist, auch kein Leucit vorkommen werde, der blofs Kali enthielte. Klaproth's Analysen können nicht dagegen sprechen, da er blofs aus den Krystallformen der alkalischen Salze auf Abwesenheit des Natron geschlossen hat. Auch Arfvedsön's Analyse kann nicht geltend gemacht werden, da der bedeutende Ueberschufs auf Fehler in der Analyse schliefsen läfst. Die übrigen 10 Analysen weisen aber durchgängig Natron und zum Theil in bedeutenden Mengen nach.

Auffallend ist der bedeutende Gehalt an Alkalien in IV und V, welcher in keiner der übrigen Analysen wiederkehrt. Sollte der Ueberschufs in IV auf den Alkalien lasten: so würden diese auf 19,85 Proc. herabsinken und dann dem Gehalte

bestimmung des Platin kann hierbei natürlich nicht statt finden: man überzeugt sich aber von der Genauigkeit der Scheidung, wenn die Summe des Chlorkalium und Chlornatrium mit dem Gewichte der angewendeten Chlorüre übereinstimmt. Die unmittelbare Bestimmung beider Chlorüre hat gewifs Vorzüge vor der indirecten, und es bleibt dann nur noch die Prüfung derselben auf ihre Reinheit übrig, was bekanntlich am leichtesten durch ihre Umwandlung in schwefelsaure Salze bewirkt wird.

in den Analysen VI. ff. entsprechen. Sollten vielleicht die Leucite IV und V die einzig unveränderten unter allen gewesen sein, und deſshalb ihren vollen Gehalt an Alkalien bewahrt, die übrigen dagegen davon mehr oder weniger durch theilweise Zersetzung vorloren haben? — Awdejew führt an, daſs der von ihm analysirte Leucitkrystall groſs, rein und stark durchscheinend war. Dieſs und der Umstand, daſs der Gehalt an Alkalien in den oben genannten beiden Analysen dem in der berechneten Zusammensetzung sehr nahe kommt, scheint dafür zu sprechen. Wenigstens würde sich, wenn der Gehalt an Alkalien in den übrigen Analysen der normale wäre, keine so einfache Zusammensetzung für den Leucit als die angenommene ergeben.

In Klaproth's Analysen ist die Kieselsäure offenbar zu niedrig bestimmt. Ihre Schwankungen in den übrigen Analysen stehen ziemlich im umgekehrten Verhältnisse mit denen der Alkalien.

In Beziehung auf die Analysen VIII bis XI ist zu bemerken, daſs das Eisenoxyd und die Kalkerde unzweifelhaft von eingeschlossenen Augittheilen herrührten, welche zwar von der Salzsäure nicht angegriffen wurden und deſshalb bei der Kieselsäure zurückblieben, aber durch die nachherige Behandlung mit Fluſssäure aufgeschlossen wurden. Dadurch hat sich der Kieselsäure- und Thonerde-Gehalt etwas vermehrt und der der Alkalien etwas vermindert, so daſs der wahre Gehalt der letzteren in diesen Leuciten jeden Falls gröſser ist, als ihn die Analysen gegeben haben, und mithin dem in der berechneten Zusammensetzung ziemlich nahe kommen dürfte.

Da sich in XII *a*, XII. *b* und XII. *c* nur geringe Spuren von Eisen und Kalkerde zeigten: so stimmt dieſs mit den unmerklichen Einschlüssen fremder Substanzen in den, der Analyse unterworfenen Leucitbröckchen überein. Die gefundenen Alkalien entsprechen daher den wahren Quantitäten so nahe wie möglich.

Für den schon etwas zersetzten Zustand der von mir analysirten Leucite spricht endlich auch der bis auf 1,41 und 1,48 Proc. steigende Glühverlust, und da von XII. *a* bis XII. *c* das Kali etwas, das Natron noch etwas mehr zunimmt; mithin im Innern der Gehalt an Alkalien etwas gröſser als in

der Kruste ist: so deutet diefs auf eine hier weiter als dort fortgeschrittene Zersetzung, was auch mit der erdigen und glanzlosen Beschaffenheit der Rinde, womit die Flächen des ganzen Krystall umgeben waren, übereinstimmt.

Feldspath nach Leucit.

Sacchi fand Leucitkrystalle, welche im Innern aus kleinen, deutlich ausgebildeten, wasserklaren Krystallen von Ryakolith bestanden. Silliman führt diese Erscheinung gleichfalls an und Blum *) nahm sie in mehreren alten Leucitlaven wahr. Die veränderten Leucitkrystalle bestehen aus einem körnigen Aggregat und enthalten Höhlungen, in denen er jedoch keine Krystalle beobachten konnte; einzelne Körnchen zeigten dagegen oft sehr glatte und glänzende Spaltungsflächen. Blum hält es jedoch für wahrscheinlicher, dafs das Umwandlungsproduct glasiger Feldspath, als dafs es Ryakolith sei; durch eine chemische Analyse ist diefs zu enscheiden. Subtrahirt man von der theoretischen Zusammensetzung des Leucit die des glasigen Feldspath

	Leucit		Feldspath	
Kieselsäure	8 At.	—	8 At.	= 0
Thonerde	3 „	—	2 „	= 1 At.
Alkalien .	3 „	—	2 „	= 1 At.

so ergiebt sich, dafs die Umwandlung durch Ausscheidung eines alkalischen Aluminat aus gleichen Atomen erfolgt. Die Abnahme des Gewichts beträgt hierbei 14,81 und die des Volumen 16,94 Proc., und hieraus erklären sich die Höhlungen in der Pseudomorphose. Wir haben also hier wieder denselben Zersetzungsprocess wie oben (S. 2157), es ist hier wie dort ein $\frac{1}{1}$ Alkali-Aluminat, welches aus der Mischung tritt, und das dort angegebene wahrscheinliche Extractionsmittel kann auch hier die Fortführung dieses Aluminat bewirkt haben.

Vergleicht man XII. *c* mit XII. *b* und XII. *a*: so erkennt man eine allmälige Veränderung des Leucit, welche darin besteht, dafs mit den Alkalien die Thonerde abnimmt, wäh-

*) Nachtrag II. S. 23.

rend umgekehrt die Kieselsäure zunimmt. Denkt man sich diese Veränderung weiter fortschreitend: so nähert man sich immer mehr der Zusammensetzung des glasigen Feldspath. Es zeigt sich jedoch der Unterschied, dafs hier die Veränderung aussen begann, während sie in dem von Sacchi angeführten Falle im Innern stattfand. Sollte in anderen Leucitkrystallen von *Roccamonfina* die Veränderung dieselbe Richtung genommen haben und zur Vollendung gekommen sein: so würden die Umwandlungsproducte unter der äussern Kruste zu finden sein.

Vorstehende Pseudomorphosen sind von grofsem Interesse, nicht blofs weil sie eine Umwandlung eines Feldspaths in einen anderen, sondern auch weil sie nachweisen, dafs in Laven, wie in anderen Gesteinen, die Umwandlungsprocesse nie ruhen, und dafs früher gebildete Leucite unter gewissen Umständen das Material für andere Verbindungen liefern. Ob die glasigen Feldspathe, welche sich neben Leucit in *Vesuv*-Laven finden, gleichfalls solche Umwandlungsproducte oder directe krystallinische Ausscheidungen sind, bedarf einer näheren Untersuchung. Unzweifelhaft ist es indefs, dafs ebenso wie aus einem krystallisirten kieselsauren Thonerde-Alkali, aus Leucit, so auch aus einer amorphen leucitischen Grundmasse durch theilweise Ausscheidung des alkalischen Silicat glasiger Feldspath gebildet werden kann.

Kaolin nach Leucit.

Die Veränderung beginnt an der Oberfläche und schreitet nach innen fort, die Krystalle werden zuerst matt, undurchsichtig und überziehen sich mit einer weifsen feinerdigen Rinde. Die Krystalle bewahren ihre Form bis zur vollendeten Zersetzung; sie zerfallen aber gern bei der leichtesten Berührung *). Bei dieser Verwitterung kommen concentrische Lagen der Leucitkrystalle zum Vorschein. Sondert man das weifse undurchsichtige Erdmehl ab: so bleibt ein durchsichtiger glänzender Kern zurück, der genau die Gestalt des Ganzen hat. Die Leucite bei *Frascati*, *Albano* und *Rom* zeigen die Verwitterung in verschiedenen Stufen.

*) Blum die Pseudomorphosen S. 89.

Da keine Analyse eines aus Leucit entstandenen Kaolin vorliegt: so weifs man nicht, ob das Product dieses Zersetzungsprocesses mit dem aus Feldspath (Bd.I. S.816) übereinstimmt. Neuere Analysen von Kaolinen, welche aus verschiedenen Mineralien hervorgegangen sind, wie aus Beryll, nach Damour *), aus Topaskrystallen, nach W. S. Clark **), stimmen sehr nahe mit dem Kaolin aus Feldspath überein; das Product des Zersetzungsprocesses scheint daher stets dasselbe zu sein, während das Ausgeschiedene ebenso ungleichartig wie die Zusammensetzung der Mineralien, welche der Kaolinisirung unterliegen, sein wird. Verhält sich's mit dem Leucit ebenso: so scheiden sich aus ihm, wie aus dem Feldspath, alkalische Silicate aus; je mehr aber noch der Zersetzungsprocefs von seiner Vollendung entfernt ist, je mehr noch Alkalien vorhanden sind, desto mehr wird die Zusammensetzung der Kaoline von der normalen abweichen. Die vielen Analysen der Kaoline, wie unter andern der chinesischen von Ebelmen und Salvétat ***), zeigen auch meist einen um so gröfseren Kieselsäuregehalt, je mehr noch Alkalien gegenwärtig sind. Es ist daher klar, dafs sich solche Kaoline, wenn sie einer weiteren Zersetzung ausgesetzt geblieben wären, durch fortgesetzten Verlust an alkalischen Silicaten immer mehr der normalen Zusammensetzung genähert haben würden.

Stimmt die Kaolinisirung bei den Leuciten mit der bei den Feldspathen überein: so würde die Richtung dieses Umwandlungsprocesses der, wodurch die Leucite in glasige Feldspathe übergehen, ganz entgegengesetzt sein.

Analysen leucitischer Gesteine.

Die mit *a* bezeichneten sind die durch Salzsäure zersetzbaren, *b* die unzersetzbaren Theile, *c* das Ganze; die eingeklammerten Zahlen drücken das Verhältnifs beider Theile aus.

*) Bull. géol. (2) T. VII. P. 224.

**) Annal. d. Chem. und Pharm. Bd. LXXX. S. 122.

***) Annal. de chim. et phys. (3) T. XXXI. P. 247.

	I			II
	a	*b*	*c*	*c*
	(91,73)	(8,27)		
Kieselsäure .	49,07	50,90	49,21	52,08
Thonerde . .	16,71	5,37	15,76	17,30
Eisenoxydul .	12,36	6,25	11,84	6,52
Kalkerde . .	5,54	22,96	6,97	12,23
Magnesia . .	5,26	14,43	6,01	1,25
Kali	4,37	—	4,37	9,63*)
Natron . .	6,06	—	6,06	Glühverlust 0,91
	99,37	99,91	100,22	99,92
Sauerst. Quot.	0,646	0,603	0,649	0,539

I Lava von einem der kleinen Ströme des *Vesuv* vom Anfang des Jahres 1834. Die Zusammensetzung von I *b* wurde nach Kudernatsch's Analyse des Augit aus der Lava des *Vesuv* (Bd. II. S. 522) berechnet. In dieser Lava kommen die oben (S. 2288) angeführten glasigen Leucite oft mikroskopisch klein, bisweilen in gröſseren Parthien in der matten grünlich-grauen Grundmasse in groſser Menge zerstreut vor. Abich **).

II Gestein vom *Monte delle Cortinelle* zu *Roccamonfina*, ausgezeichnet durch seine groſsen Leucite und fast nie fehlenden Augite, nicht selten mit beigemengtem Feldspath, wie es scheint Oligoklas oder Andesin. Es ist wohl nicht zweifelhaft, daſs dieses, den Vesuv-Laven ähnliche Gestein eine leucitische Masse enthält.

Nach Abich's Berechnung ist I aus 1) 60,19 Proc. glasigem Leucit, 2) 20,44 Kalk-Augit, 3) 10,42 Olivin, 4) 8,93 Magneteisen zusammengesetzt. Die beinahe vollständige Zersetzbarkeit dieser Lava durch Säure zeichnet sie vor allen bekannten Laven aus. Daſs mit den leucitischen Theilen auch ein Theil der augitischen von der Säure zersetzt wurde, scheint davon herzurühren, daſs diese Lava vor 20 Jahren geschmol-

*) Aus dem Verlust bestimmt.

**) Geolog. Beobachtungen S. 125. ff.

zen, mithin im aufgeschlossenen Zustande war, und dafs eine augitische, namentlich kalkaugitische Grundmasse, leichter als krystallisirte Augite von Säuren angegriffen werden.

	III		
	a	*b*	*c*
	(72,37)	(27,63)	
Kieselsäure . . .	53,10	51,40	52,63
Thonerde	16,58	10,20	14,82
Eisenoxydul . . .	10,70	6,75	9,61
Kalkerde	3,34	15,22	6,63
Magnesia	1,16	2,10	1,42
Kali	2,23	5,80	3,21
Natron	9,46	6,45	8,63
	96,57	97,92	96,95 *)

	IV			V
	a	*b*	*c*	*a*
	ungefähr	ungefähr		
	(80,00)	(20,00)		(51,12)
Kieselsäure . . .	50,55	54,20	51,28	49,10
Thonerde . . .	20,30	11,45	18,53	22,28
Eisenoxydul . . .	9,24	5,25	8,44	7,86
Kalkerde	5,20	10,75	6,31	3,88
Magnesia . . .	1,21	2,40	1,45	2,92
Kali	2,52	7,29	3,48	3,60
Natron	8,42	6,55	8,05	9,04
	97,44	97,89	97,54 *)	98,68

*) Zur leichteren Vergleichung wurde die Zusammensetzung als ein Ganzes berechnet.

	VI	VII		
	a	*a*	*b*	*c*
		ungefähr	ungefähr	
	(80,00)	(75,00)	(25,00)	
Kieselsäure . . .	50,98	51,75	53,20	52,06
Thonerde . . .	22,04	19,62	12,63	17,88
Eisenoxydul . .	9,01	6,94	3,63	6,12
Kalkerde . . .	5,94	4,62	12,36	6,56
Magnesia	1,23	1,75	2,20	1,86
Kali	3,54	2,70	6,72	3,71
Natron	8,12	10,25	7,15	9,48
	100,86	103,63	97,89	97,67

III Lava aus dem Krater des *Vesuv*, IV vom Ausbruche vom J. 1834. V aus der Höhle von *Granatello*, VI von *la Scala*. VII Vulkanische Asche in *Neapel* 1822 gesammelt. Dufrenoy *).

Es ist, wie Rammelsberg **) bemerkt, sehr auffallend, dafs der von Säuren unzersetzbare Theil überall sehr reich an Alkalien ist. Man möchte hieraus schliefsen, dafs jene Laven einen durch Säuren unzersetzbaren feldspathigen Theil enthalten ***). Wird das Eisen unter der Voraussetzung, dafs es als Magneteisen vorhanden ist, abgesondert: so ergiebt sich

	das Sauerstoffverhältnifs		
	$\dot{R}$	Thonerde	Kieselsäure
in I, III—VII. *a* =	3	6	18
im Leucit ist es =	2	6	16
Rest = Augit . .	1	0	2

*) Annal. des mines T. XIII. P. 565.

**) Suppl. IV. S. 129.

***) Sollten vielleicht die auffallenden Unterschiede zwischen Abich's und Dufrenoy's Analysen in Beziehung auf die relativen Quantitäten der, durch Salzsäure zersetzbaren und nicht zersetzbaren Theile hauptsächlich davon herrühren, dafs Ersterer die Lava längere Zeit als Letzterer mit Salzsäure behandelt hatte?

Es ist daher *a* als eine Zusammensetzung aus 2 At. einer überwiegend natronhaltigen Leucit- und aus 1 At. Augitsubstanz zu betrachten.

Es ergiebt sich ferner

	das Sauerstoffverhältnifs		
	Ṙ	Thonerde	Kieselsäure
in III. *b* = . . .	6	3	18
im Leucit ist es = .	1	3	8
Rest = Augit . .	5	0	10
in IV. *b* VII. *b* = .	9	6	30
im Leucit ist es = .	2	6	16
Rest = Augit . .	7	0	14

Es ist daher III *b* als eine Zusammensetzung aus 1 At. Leucit- und 5 At. Augitsubstanz, und IV *b* sowie VII *b* sind als Zusammensetzungen aus 2 At. Leucit- und 7 At. Augitsubstanz zu betrachten. Ohne Schwierigkeit ist demnach zu begreifen, wie sich aus diesen Laven durch Krystallisation Leucit, Augit und Magneteisen ausscheiden können.

Aus der Vergleichung vorstehender Analysen ergiebt sich im Allgemeinen eine ziemlich nahe Uebereinstimmung. Auffallend ist indefs, dafs I und IV, obgleich Laven von derselben Eruption, aber vielleicht von sehr verschiedenen Stellen entnommen, so sehr, und namentlich hinsichtlich des Magnesiagehaltes, differiren. Auf der andern Seite ist die ziemlich nahe Uebereinstimmung zwischen der vulkanischen Asche VII. *c* und den Laven III. *c* und IV *c* bemerkenswerth. Die Substanz der ausgeworfenen festen Asche scheint daher nichts anderes, als erstarrte und fein zertheilte Lava gewesen zu sein. Vielleicht geschah diefs durch Wasserdämpfe, welche die Lava rasch abkühlten und sie ebenso granulirten, wie wenn sie geschmolzen in Wasser gegossen wird.

Von einer Lava, wie die vom *Vesuv* I *c*., welche 60,19 Proc. von dem strengflüssigen glasigen Leucit enthalten soll, sollte man erwarten, dafs sie gleichfalls strengflüssig sein müfste. Diefs entspricht aber nicht ihrer schon mehrmals approximativ ermittelten Temperatur. In der Lava, welche 1794

die Stadt *Torre del Greco* verwüstete, fand man Goldmünzen, auch einige Kupfermünzen ungeschmolzen, Silbermünzen aber geschmolzen und mit Kupfermünzen zusammengebacken *). Hy. Davy **) fand am 4. Dec. 1819, dafs ein Kupferdraht von $\frac{1}{20}$ und ein Silberdraht von $\frac{1}{30}$ Zoll Durchmesser in die Lava des *Vesuv*, in der Nähe ihres Ursprungs gesteckt, augenblicklich schmolzen. Eine Eisenstange von $\frac{1}{5}$ Zoll mit einem Eisendraht von ungefähr $\frac{1}{30}$ Z. Durchmesser, fünf Minuten lang in die Lava gehalten, schmolz nicht. Beide Laven hatten also ungefähr die Schmelzhitze des Kupfers, welche bei weitem geringer als die des Leucit ist. Dafs die Lava von 1819, wie die von 1822, eine leucitische war, ist wohl unzweifelhaft; dafs die Laven des *Vesuv* von verschiedenen Eruptionen überhaupt eine ziemlich gleichmäfsige Zusammensetzung haben, zeigen die Analysen I bis VII; mithin werden sie auch nahe gleiche Schmelzbarkeit besitzen. Der bedeutende Eisen- und Kalkgehalt ist es ohne Zweifel, welcher diese Lava so leicht schmelzbar macht.

Kommt aber die bedeutende Menge leucitischer Grundmasse in solchen Laven zur krystallinischen Ausbildung: so ist zu erwarten, dafs, wenn sie wieder derselben Hitze ausgesetzt wird, die Leucitkrystalle nicht mehr, sondern blofs die Grundmasse zum Schmelzen kommen werden (S. 2273 ff.).

Der bei weitem vorwaltende Natrongehalt in den Laven vom *Vesuv* macht es unwahrscheinlich, dafs aus denselben jemals natronfreie Leucite herauskrystallisirt sind. Wie veränderlich indefs das relative Verhältnifs zwischen Kali und Natron in den Leuciten des *Vesuv* ist, zeigen die Analysen V, VI, X und XI, und es kann sogar sein, dafs die einzelnen unter den, von diesem Vulkan ausgeworfenen Krystallen ungleiche Mengen von beiden Alkalien enthalten. Das ebenso abweichende Verhältnifs zwischen Kali und Natron in den kleinen Leucitkrystallen aus verschiedenen Blöcken des Leucitgesteins von *Rieden* (VIII und IX) läfst dieselbe Vermuthung zu. Durch die Analyse ist diefs nicht zu constatiren, da selbst die gröfsten unter diesen Krystallen ein, 0,1 Gran wenig über-

*) Thompson in Gilberts Ann Bd. V. S. 436.

**) Annal. de chim. et phys. T. XXXVIII. P. 133.

steigendes Gewicht haben; die Analyse einzelner Krystalle mithin nicht ausführbar ist.

So lange als die Leucite ausschliefslich für kalihaltige Mineralien gehalten wurden, standen leucitische Laven und Gesteine als isolirte Erscheinungen da. Als solche zeigten sich namentlich die Leucitgesteine bei *Rieden*, wenn man sie mit den, nicht weit von ihnen entfernten basaltischen Laven mit ihrem überwiegenden Natrongehalte verglich. Durch den auch in diesen Leuciten aufgefundenen nicht unbedeutenden Natrongehalt, der in manchen derselben vielleicht so hoch, wie im glasigen Leucit des *Vesuv* (VI) steigen mag, hat die Sache eine andere Gestalt gewonnen. Sie reihen sich nun den basaltischen Laven an; denn beide enthalten eine augitische Substanz, welche in den leucitischen Gesteinen mit einer vorherrschend kalihaltigen, in den basaltischen Laven mit einer vorherrschend natron- und kalkhaltigen (labradorischen) Feldspathsubstanz verknüpft ist.

Das Leucitgestein bei *Rieden* hat man bis jetzt noch nicht anstehend, sondern nur in grofsen Blöcken und sehr häufig in dortigen Tuffmassen (Schlammlava nach v. Oeynhausen), so am *Nudendahl*, an der *Haardt*, am *Selberg*, auf der Höhe von *Weibern* gefunden.

Bemerkenswerth ist, dafs in diesem Leucitgestein, neben Leucit, in untergeordneter Menge glasiger Feldspath vorkommt, da auch in diesem (S. 2188) wie in jenem Kali gegen Natron vorwaltend ist. Ebenso schliefsen sich auch an das Leucitgestein von *Rieden* ganz in der Nähe einige Phonolithkegel an, in deren Gestein, wenn künftige Analysen über die phonolithische Natur bestimmt entscheiden werden, der Begleiter jenes Gesteins, der glasige Feldspath, als vorwaltender Bestandtheil der Grundmasse auftritt.

In den vorhin erwähnten Tuffmassen kommen auch neben dem Leucitgestein ebenso häufig grofse Blöcke von Augitlava, Phonolith und Thonschiefer vor. In einem entblöfsten Profil am Wege vom *Nudendahl* nach *Rieden* bildet der Phonolith in Klötzen und unförmlichen Stücken eine 13 F. mächtige Bank; unter ihr findet sich eine 14 F. mächtige Schicht von Duckstein- oder Leucitlavatuff mit Einschlüssen von Phonolithstücken, den oberen ähnlich, welche sich zum Theil in

die Grundmasse verlaufen. Die unterste über 15 F. sichtbare Schicht besteht endlich aus Leucittuff oder tuffartigem Duckstein. Bei *Kempenich* und *Engeln* finden sich Phonolith- und Leucitgesteine in ziemlicher Ausdehnung und bilden dem Duckstein sehr ähnliche Bergmassen. Das *Schillköpfchen* besteht gröfseren Theils aus Phonolith oder Leucitgestein, auf der Ostseite steht Duckstein an. Der hohe *Englerkopf* ist Leucitporphyr, in welchem die häufig eingesprengten kleinen Leucitkrystalle undurchsichtig sind. Die in diesem Gesteine nicht selten eingekneteten Augiltava-Stücke beweisen, dafs die Leucitporphyre jünger als die Augitlaven sind. Aehnlich diesem Gesteine ist auch das, welches in grofser Ausdehnung am *Lehrberg* ansteht, und Nosean so wie etwas Glimmer enthält *).

Alle diese Verhältnisse zeigen eine innige Verknüpfung zwischen Leucit- und Phonolithgesteinen. Die Uebergänge dieser Gesteine in Tuff- oder Duckstein-Massen, so wie das Vorkommen verwitterter Leucite in ersteren machen es sehr wahrscheinlich, dafs solche Tuffe nichts anderes als an Ort und Stelle zersetzte Leucit- und Phonolithgesteine sind. Ist diese Vermuthung gegründet: so dürften auch die an verwitterten kleinen Leuciten zum Theil so reichen Bellersteine, welche in der Nähe von *Bell* durch viele Steinbrüche aufgeschlossen sind, von gleicher Entstehung sein. Man findet in ihnen die zersetzten Leucite in ihrem achteckigen Polyedrum eben so zerstreut, wie im Leucitporphyr bei *Rieden*; häufig erscheinen sie nur als weifse Puncte. Man kann sich sehr gut denken, ohne die Einbildungskraft anzustrengen, dafs aus letzterem Gesteine, welches schon hier und da Spuren von begonnener Zersetzung zeigt, nach gänzlicher Zersetzung der Augite und der Grundmasse, die Bellersteine hervorgegangen sind. Die Schichtung oder Absonderung in Bänken kann man nicht für Beweise eines sedimentären Ursprungs aus zermalmten vulkanischen Gesteinen halten, da, wie es namentlich die zersetzten Basaltmassen so häufig zeigen, krystallinische Gesteine nach ihrer Zersetzung solche Formen annehmen. Ueberdiefs würde mit einem solchen Ursprunge das Vorhandensein von zwar

*) v. Oeynhausen a. a. O. S. 44 ff.

verwitterten aber in ihren Krystallformen noch deutlich erkennbaren Leuciten unverträglich sein.

Waren die leucitischen Tuffmassen ursprünglich Leucitporphyre: so bleibt noch die Frage übrig, ob sie als ausgeflossene Laven oder als emporgehobene Massen zu betrachten sind. Weder ihr Vorkommen in lang ausgedehnten Bergmassen oder in zerstreuten grofsen Blöcken deutet auf einen lavaartigen Ursprung. Wir möchten daher für sie die von Pilla (S. 2284) aufgestellte Vermuthung in Betreff des Leucitgesteins von *Roccamonfina* gelten lassen.

Bemerkenswerth ist die Angabe von Oeynhausen's, dafs auf dem steil ansteigenden Berge, welcher die Ruine *Olbrück* trägt, die Grenze zwischen Phonolith, woraus die oberste Kuppe und der nördliche Abhang besteht, und dem Thonschiefer hier sehr kenntlich ist, letzterer aber unverändert erscheint. Dafs dieses auch von mir beobachtete Verhältnifs sehr wenig günstig der Annahme eines feuerflüssigen Zustandes ist, braucht nicht weiter erörtert zu werden.

Schliefslich machen wir auf die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Laven des *Vesuv*, aus denen leucitische, und des *Aetna*, aus denen labradorische Augitlaven hervorgegangen sind, aufmerksam. In der Lava des *Vesuv* ist es der Reichthum an Alkalien, von welcher die Bildung des Leucit, in der Lava des *Aetna* ist es die Armuth an denselben und die vorwaltende Kalkerde, wovon die Bildung des Labrador abhängig ist.

Kapitel V.

Granitische Gesteine.

A. Granit.

Die Gemengtheile dieses Gesteines sind: Weifser, gelblich- oder bläulichweifser, sehr selten röthlichweifser oder fleischrother Orthoklas, in unregelmäfsig begränzten, nicht selten aber auch in regelmäfsig begränzten Krystallen bis zur Länge von 4 Zoll, bisweilen mit sehr glatten Flächen. Graulichweifser Quarz in Körnern, seltener in körnigen Parthien, manchmal auch in kleinen, in Feldspath unregelmäfsig eingewachsenen Krystallen *). Weifser Glimmer in unregelmäfsig begränzten Blättchen, bisweilen auch in rhombischen Tafeln bis zu 1 Zoll, sehr selten bis zu 2—3 Zoll Durchmesser. Schwarzer Glimmer, gewöhnlich schwärzlichbraun bis dunkel tombakbraun, sehr selten schwärzlichgrün, manchmal sehr grofs und regelmäfsig krystallisirt, sehr häufig in regelmäfsiger Verwachsung mit dem weifsen Glimmer. Gelblich, grünlich, graulich oder schneeweifser Oligoklas, gewöhnlich nur in unregelmäfsig- sehr selten in regelmäfsig begränzten Individuen, oft in regelmäfsiger Verwachsung mit Feldspath. Der Oligoklas ist aber von späterer Bildung, indem er stets den Feldspath in einer mehr oder weniger dicken Hülle umgiebt, nie umgekehrt. Unwesentliche Gemengtheile des Granit sind:

*) Die regelmäfsige Verwachsung von Quarz und Feldspath, der sogenannte Schriftgranit, findet sich nur in Drusen des Granit.

Hornblende, Granat, Orthit, Titanit, Apatit und Eisenkies. Der Granit ist grobkörnig, seltener feinkörnig. Feldspath und Quarz finden sich darin in gröfster Menge und in den gröfsten Individuen. Ersterer waltet öfter noch vor, besonders durch die Gröfse der Individuen; zuweilen übertrifft der Quarz noch den Feldspath an Gröfse, wie an Menge der Individuen. Der weifse und schwarze Glimmer ist überall nur in viel geringerer Menge vorhanden; beide wechseln mit einander in verschiedenen quantitativen Verhältnissen. Oligoklas kommt meist in viel kleineren Individuen und in geringerer Menge als Feldspath vor, wiewohl dieses Verhältnifs, wo er von gleicher Farbe wie der Feldspath, schwer zu schätzen ist zuweilen erscheint er auch ganz zurückgetreten.

G. Rose *), dem diese Darstellung entnommen worden, characterisirt hierauf verschiedene Unterarten, namentlich in den Graniten des östlichen *Deutschland*. Unter Granitit versteht er ein aus Feldspath, Oligoklas, Quarz und Magnesiaglimmer bestehendes Gestein, welches die Hauptmasse des *Riesen*- und *Isergebirges*, den *Brocken* u. s. w. bildet, und immer jünger als der Granit zu sein scheint. L. Hausmann weicht aber nach seinen Beobachtungen im *Harz* von den Ansichten von G. Rose ab **).

Analysen von Graniten.

Granite der *Ballons*, die den centralen Theil und die Gipfel der *Vogesen* einnehmen. Sie enthalten in meist porphyrartiger Structur als wesentliche Gemengtheile: Orthoklas, einen triklinometrischen Feldspath, welchen Delesse ***) für Andesin und nicht für zersetzten Oligoklas hält (vgl. Bd. II. S. 919), einen einzigen Glimmer und ziemlich häufig Hornblende. Zu den zufälligen Gemengtheilen gehören: Titanit, Zirkon, Ripidolith, seltener Eisenkies, titanhaltiges Magnetei-

*) Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft Bd. I. S. 352 ff.

**) Jahrb. f. Min. u. s. w. 1852. S. 972 ff.

***) Ann. des mines (5) T. III. P. 309 etc. Jahresbericht für 1852. S. 933 ff. und ebend. (4) T. XVI. P. 347. Die Analysen von I—XXI verdanken wir Delesse.

sen, Eisenrahm, Barythspath und Epidot. In den Spalten finden sich kohlensaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul.

	I	II	III	IV	V
Kieselsäure	70,8	64,91	64,16	67,3	64,8
Thonerde .	15,3	19,16	19,16	16,1	20,0
Eisenoxyd		Spur	Spur	1,9	
Kalkerde .	0,5	0,78	0,56	0,6	1,1
Magnesia .		0,65	0,55		
Kali . . .	12,4	11,07	14,97 *)	13,3	12,7
Natron . . .		2,49			
Glühverlust	1,0	0,30	0,60	0,8	1,4
	100,0	99,36	100,00	100,0	100,0

	VI	VII	VIII	IX	X
Kieselsäure	58,55	63,3	64,00	63,8	46,83
Thonerde .	25,26	26,2	20,55	18,7	30,33
Eisenoxyd .	0,30				
Kalkerde .	5,03	1,8	0,68	2,3	9,55
Magnesia .	1,30				6,86
Kali . . .	1,50	11,8	13,49	13,8	0,81
Natron . .	6,44				3,57
Glühverlust	0,91	2,9	1,28	1,4	1,99
	99,29	100,0	100,00	100,0	99,94

I. Granit von *Plombières*. II. Grofse weifse Feldspathkrystalle aus diesem Granit. III. Graulichweifse, schon etwas zersetzte Feldspathkrystalle aus demselben Granit.

IV. Granit vom Fufse des *Drumont*, aus der unmittelbaren Nähe des Uebergangsschiefers. Dieser an seiner Berührung mit Granit besteht aus 59,23 Kieselsäure, 28,50 Thonerde und Eisenoxydul, 0,90 Kalkerde, 8,97 Alkalien und Magnesia, 2,4 Glühverlust.

V. Granit der *Presse*. VI. Ein krystallisirter, mit feiner Zwillingsstreifung versehener, grünlicher und durchschei-

*) Aus dem Verluste bestimmt.

nender Feldspath aus einem von dem Gebirge *La Presse* herrührenden erratischen Block. Delesse hält ihn für Andesin.

VII. Granit von *Sainte Marie - en - Chamois (Haute-Saône)*. VIII. Röthlich-weifser Feldspath aus diesem Granit.

IX. Sehr zersetzter Granit von *St. Bresson*. Er ist in Berührung mit Aphanit X, welcher dunkelgrün ist, mikroskopische, etwas faserige, hornblendeartige Blättchen, hier und da etwas Eisenkies und sehr feine Aederchen von Epidot enthält; im Ganzen ist er aber homogen und scheint aus einer körnigen Feldspath-Grundmasse zu bestehen, in welcher sehr feine Streifen einen triklinometrischen Feldspath andeuten. Wo dieser Aphanit den Granit durchsetzt, verändert letzterer sein Korn und wird zu dem, allmälig in Aphanit verlaufenden feldsteinartigen Gestein IX. Der Aphanit enthält an der Berührungsfläche 46,47 Proc. Kieselsäure und nur 7,57 Proc. Kalkerde. Nach unserer Ansicht rührt der zersetzte Zustand beider Gesteine (der des Aphanit durch den theilweisen Verlust an Kalkerde angezeigt) davon her, dafs hier, wie meist beim Contact zweier Gebirgsarten, durch den erleichterten Zutritt der Gewässer Zersetzungsprocesse in beiden Gesteinen befördert werden.

Granite der *Vogesen*. Sie sind feinkörnig, die Structur oft gneifsartig und enthalten Quarz, Orthoklas, einen triklinometrischen Feldspath, der wohl Oligoklas ist, einen dunkeln, von Säuren angreifbaren Magnesiaglimmer, und einen hellen davon nicht angreifbaren Kaliglimmer. Orthoklas und Quarz sind sehr vorwaltend und bilden diese Granite fast allein. Der triklinometrische Feldspath ist nicht verbreitet und kann auch fehlen; der helle Glimmer ist weniger häufig als der dunkle. Aufserdem finden sich Granat, Cordierit, Pinit, Chlorit, Hornblende, Fibrolith, Graphit und krystallinischer kohlensaurer Kalk. Eisenkies und Magneteisen kommen selten vor. In Drusen finden sich noch die Mineralien der Granite der *Ballons* und manche andere. Die Granite der *Vogesen* sind von vielen Gängen eines, Turmalin führenden Granit durchsetzt oder auch erzführend.

Diese Granite bilden viel kleinere Berge als die der *Ballons*. Erstere umgeben die letzteren und sind von sedi-

mentären Gesteinen, in welche sie oft unmerklich übergehen, bedeckt. Delesse hält sie für älter, indem die Granite der *Ballons* sie an vielen Orten durchsetzen, und glaubt sogar, dafs die Granite der *Vogesen* als metamorphische Gesteine betrachtet werden können.

In Beziehung auf die Umwandlung von Thonschiefer und Grauwacke in Granit, Gneifs u. s. w. verweisen wir auf Bd. II. S. 346 ff. und 399 ff. Jener Thonschiefer (IV) enthält ungefähr eben so viel Alkalien als die Granite XI, XII und XIII, aber viel mehr Thonerde und viel weniger Kieselsäure als alle Granite; die Summe beider Bestandtheile in jenem Thonschiefer und in jenen Graniten ist jedoch gleich. Sollte daher aus einem solchen Thonschiefer Granit entstanden sein: so hätte ungefähr die Hälfte der Thonerde ausgeschieden werden müssen, wodurch sich die Menge der Kieselsäure bis zum Betrage in jenen Graniten relativ vermehrt haben würde. Eine solche Ausscheidung von Thonerde aus Thonschiefer ist wirklich nachgewiesen (Bd. II. S. 1437). Es giebt aber Thonschiefer, wie No. IV. S. 1644, No. XV. S. 1649 und Lit. A. S. 1652, deren Zusammensetzung mit jenen Graniten so nahe übereinstimmt, dafs die Metamorphose von Statten gehen konnte, ohne dafs Bestandtheile fortgeführt oder zugeführt zu werden brauchten; es war blofs erforderlich, dafs die amorphen Bestandtheile solcher Thonschiefer zur krystallinischen Ausbildung kamen.

	XI	XII	XIII	XIV
Kieselsäure . .	76,3	73,8	72,0	64,66
Thonerde . . .	12,8	15,8	15,33	19,58
Eisenoxyd . . .	1,5		0,4	Spur
Manganoxyd . .	—	Spur	Spur	—
Kalkerde . . .	0,8	0,9	0,98	0,70
Magnesia . . .	Spur	0,9	0,60	
Kali		7,8	7,70	15,18
Natron	8,6		2,00	
Glühverlust . .		0,8	0,40	0,58
	100,0	100,0	99,41	100,70

	XV	XVI	XVII	XVIII
Kieselsäure . .	66,08	70,0	75,4	73,3
Thonerde . . .	18,70	17,3	12,7	10,4
Eisenoxyd . . .	Spur			1,6
Kalkerde . . .	0,93	0,6	0,6	0,7
Magnesia . . .	0,45	—	—	—
Kali	9,11	—	—	—
Natron	3,77	—	—	—
	99,04			

	XIX	XX	XXI	XXII
Kieselsäure . .	70,4	67,3	66,7	74,25
Thonerde . . .	16,6	16,2	—	11,58
Eisenoxyd . . .			1,8	2,41
Kalkerde . . .	0,6	1,9	0,9	1,08
Magnesia . . .	—	0,6	—	10,01
Kali	—	—	—	
Natron	—	—	—	
Wasser . . .	—	—	—	0,67
				100,00

XI. Granit (Leptinit) von *Mehachamp*. XII. Granit von den *Feignes de Volognes*. XIII. Granit (Leptinit) von *Mehachamp*, 0m,2 von der Berührungsfläche mit einem Granit der *Ballons*, welcher 64,8 Kieselsäure, 21,1 Thonerde und Eisenoxyd und 0,7 Kalkerde enthält, entfernt. XIV. Graulichweifser Feldspath vom *Wildenstein*. XV. Weifser feinblättriger Feldspath von *Remiremont*.

Folgende Granite wurden nicht vollständig analysirt. XVI. (Gneifs) von *Pont des fées*, bei *Reminemont*. XVII. Granit (Leptinit) von *Docelles*. XVIII. Granit (Leptinit) aus den Umgebungen von *Ranfaing*. XIX. Granit (Leptinit) von der Mitte des rechten Ufers des See von *Xenois*. XX. Granit aus dem *Vallée des Truches* bei *Rochesson*. XXI. Granit von *Couchelat*, bei *Rochesson*.

XXII. Protogyn vom Gipfel des *Montblanc*. Seine Haupt-

gemengtheile sind: Quarz, Orthoklas, Oligoklas, sehr eisenreicher Glimmer und eine Talkvarietät, wovon er sich wesentlich vom Granit, der davon nur selten geringe Mengen enthält, unterscheidet. Er scheint allmälig in sedimentäre Gesteine überzugehen, und daher ein metamorphisches Gestein zu sein. Delesse *).

	XXII	XXIII	XXIV	XXV
Kieselsäure	73,13	71,20	76,02	69,31
Thonerde	12,49	12,81	12,71	16,40
Eisenoxydul . . .	2,58	4,54	1,25	4,30
Manganoxydul . .	0,57	0,39	0,31	0,03
Kalkerde	2,40	2,02	1,20	3,06
Magnesia	0,27	0,35	0,14	0,83
Kali	4,13	4,76	4,90	2,87
Natron	2,61	2,86	2,44	3,29
Wasser	0,53	0,43	0,48	0,84
	98,71	99,36	99,45	100,93

	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX
Kieselsäure	68,38	71,46	71,93	73,41
Thonerde	17,87	15,57	12,89	14,87
Eisenoxydul . . .	2,40	1,81	5,56	1,73
Manganoxydul . .	0,85	0,09	0,10	0,20
Kalkerde	3,12	1,43	1,81	1,79
Magnesia	0,85	0,58	0,47	0,34
Kali	2,99	6,39	4,88	4,33
Natron	3,58	2,03	1,86	2,58
Wasser	0,80	0,76	0,49	0,57
	100,84	100,12	99,99	99,82

*) N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1849. S. 360.

	XXX		XXXI	XXXII
Kieselsäure . .	72,11		63,94	65,74
Thonerde . .	15,60		23,71	18,28
Eisenoxydul .	1,53	Oxyd	Spur	1,32
Manganoxydul .	0,26	Zinnoxyd	—	0,13
Kalkerde . . .	1,26		2,52	1,26
Magnesia . .	0,34		Spur	0,20
Kali	5,00		2,17	9,25
Natron . . .	2,27		7,66	4,20
Wasser . . .	0,83		—	—
	99,20		100,00	100,38

XXII—XXIV. Vom *Riesengebirge.*

XXII. Granit von *Strigau.* Grobkörnig aus Feldspath, Quarz, Oligoklas und Glimmer bestehend. Der Feldspath ist vorherrschend, nächst ihm Quarz in Körnern oder kleineren körnigen Parthien, Magnesiaglimmer in kleinen schwarzen Blättchen, Kaliglimmer war nicht vorhanden, Oligoklas nur in sehr geringer Menge.

XXIII. Ganggranit im vorhergehenden Granit. Sehr feinkörnig und fest, aus einem sehr innigen und gleichförmigen Gemenge von Feldspath, Quarz, Oligoklas und Magnesiaglimmer bestehend; Kaliglimmer war nicht sichtbar. Der Feldspath, die Hauptmasse bildend, in kleinen Körnern, neben ihm Quarz in Körnern, schwarzer Magnesiaglimmer in verhältnifsmäfsig grofser Menge verbreitet, Oligoklas nur sehr selten.

Beide Gesteine haben eine grofse Aehnlichkeit mit einander; sie unterscheiden sich nur in ihrem Kieselsäure- und Eisenoxydulgehalt.

XXIV. Granit von der *Kleinen Sturmhaube.* Sehr feinkörniges und inniges Gemeng aus Feldspath, Oligoklas und Quarz, in welchem nur hier und da einzelne schwarze Puncte, wahrscheinlich Hornblende, liegen, während der Glimmer gänzlich zu fehlen scheint. Der Feldspath ist vorwaltend, der Oligoklas steht ihm an Menge wenig nach, der Quarz in einzelnen abgerundeten Körnern in der ganzen Masse verbreitet.

XXV—XXVII. Von den *Central-Karpathen* (des *Tatra*).

XXV. Granit vom *Meerauge* im *Fischeethal* am nördlichen Abhange des *Tatra*-Gebirges. Ziemlich grobkörnig aus Feldspath, Oligoklas, Quarz, Magnesia- und Kaliglimmer bestehend. Feldspath und Oligoklas in ziemlich gleicher Menge, untergeordnet körniger Quarz, Magnesiaglimmer in ziemlich bedeutender Menge in kleinen Blättchen, Kaliglimmer in etwas geringerer Menge.

XXVI. Granit aus dem Kleinen *Kohlbachthal* (Fünf-Seen) am östlichen Theile des Südabhanges des *Tatra*-Gebirges. Ziemlich grobkörnig, aber gleichmäſsig gemengt. Feldspath in kleineren oder gröſseren Absonderungen vertheilt, zwischen welchen, mehr untergeordnet, Oligoklas und Quarz, der in einzelnen Körnchen hervortretend, oft in die gröſseren Feldspath-Individuen eingelagert erscheint. Magnesia- und Kaliglimmer in ziemlich bedeutender und ungefähr gleicher Menge.

XXVII. Granit aus dem *Völkerthal* am mittleren Theile des südlichen Abhanges des *Tatra*. Grobkörnig und die Gemengtheile weniger gleichmäſsig verbreitet als in den vorigen Graniten. Feldspath vorwaltend, Oligoklas gleichfalls in groſser Menge. Zuweilen liegen in den gröſseren Feldspath-Individuen krystallinische Oligoklas-Körnchen. Quarz theils in einzelnen Körnern, theils in gröſseren körnigen Aussonderungen, dem Oligoklas an Menge wenig nachstehend. Kaliglimmer in geringerer Menge als Magnesiaglimmer.

XXVIII—XXIX. Vom *Harz*.

XXVIII. Granit aus dem *Holzemmenthal* oberhalb *Wernigerode*. Feinkörniges, sehr inniges Gemeng aus Feldspath, Quarz und Glimmer, in welchem nur selten einzelne Feldspathkrystalle ausgeschieden sind. Der mehr oder weniger bräunlichgraue Feldspath deutet auf eine schwache Zersetzung, wodurch das ganze Gestein bräunlich erscheint, im Bruche ist es aber noch ganz frisch. Quarz ist zwischen den Feldspath-Individuen vertheilt und Magnesiaglimmer in nicht sehr groſser Menge verbreitet. Oligoklas entweder gar nicht oder nur in sehr geringer Menge, Kaliglimmer gar nicht vorhanden.

XXIX. Granit von der *Pleſsburg* in der Nähe des *Ilsensteins*. Beide Granite von dem nördlichen Rande der

groſsen Granitgruppe des *Brocken.* Der vorwaltende Feldspath erscheint ganz schwach verwittert, aber auf dem Bruche noch frisch. Quarz nächst ihm vorherrschend in Körnern, Magnesiaglimmer nur in geringer, Oligoklas in noch geringerer Menge, Kaliglimmer gar nicht vorhanden.

XXX. Ganggranit aus einem Steinbruche oberhalb *Heidelberg*, welcher in einem porphyritischen Gebirgsgranit aufsetzt. Feinkörnig und gleichmäſsig aus Feldspath, Quarz, Kaliglimmer und Turmalin gemengt. Feldspath vorwaltend, Quarzkörner in groſser Menge sehr innig mit ihm verwachsen, Kaliglimmer in ganz kleinen Blättchen zerstreut, Turmalin in verhältniſsmäſsig groſser Menge minder gleichmäſsig, wie die anderen Mineralien verbreitet, aber oft in gröſseren Gruppen beisammen, Magnesiaglimmer und Oligoklas fehlen.

Die Analysen von XXII bis XXX sind von Aug. Streng *) unternommen worden.

XXXI. Oligoklas aus dem Granit von *Warmbrunn* im *Riesengebirge.* Rammelsberg **).

XXXII. Granit vom *Prudelberg* in *Böhmen*, aus Feldspath, Quarz und Glimmer mit hier und da etwas Oligoklas bestehend. Quarz und Glimmer wurden abgesondert. Die Zusammensetzung stimmt gut mit der des Orthoklas. Whitney ***).

Die auch nur approximative Bestimmung der Quantitäten der Mineralien in den Graniten aus den Analysen ist nicht möglich; denn in der Regel finden sich in ihnen zwei Feldspathe, zwei Glimmer und Quarz, es sind mithin fünf unbekannte Gröſsen, und dazu kommt, daſs namentlich die Glimmer in ihrer Zusammensetzung auſserordentlich schwanken. Es kann daher eine zahllose Menge von Combinationen der Bestandtheile gedacht werden. Wir können uns nur darauf beschränken, das Maximum der beiden Feldspathe, das Mi-

*) Poggend. Annal. Bd. XC. S. 122 ff.

**) Suppl. I. S. 104.

***) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. I. S. 361.

nimum des Quarzes und das Maximum und Minimum des Magnesiaglimmers zu ermitteln; denn dazu reichen die Resultate der Analyse hin. Als Wegweiser dienen die gefundenen Mengen der Alkalien, der Kalkerde und der Magnesia; je schärfer daher diese Basen bestimmt worden, desto genauer ist diese Ermittelung. Die Kalkerde gehört nur den Feldspathen, die Magnesia nur den Glimmern an; denn jene fehlt den Glimmern gänzlich, diese findet sich nur als Seltenheit und in sehr geringen Mengen in den Orthoklasen. Da die Magnesia in den analysirten Graniten nur in sehr geringen Mengen, höchstens 0,85 betragend, enthalten ist: so begehen wir einen sehr geringen Fehler, wenn wir sie ausschliefslich den Glimmern zutheilen.

Das Maximum für beide Feldspathe erhält man, wenn die Menge derselben nach der normalen Zusammensetzung des Orthoklas aus den gefundenen Quantitäten der Alkalien und der Kalkerde bestimmt wird; denn da der Oligoklas $\frac{1}{4}$ Kieselsäure weniger als der Orthoklas enthält, und da die Alkalien in beiden Glimmern gleichfalls mit weniger Kieselsäure als im Orthoklas verbunden sind: so werden die Kieselsäure und mithin auch die beiden Feldspathe zu hoch bestimmt. Die so berechnete Kieselsäure von der gefundenen subtrahirt, giebt daher das Minimum des Quarzes im Granit. Je mehr aber der Orthoklas gegen den Oligoklas und die beiden Glimmer vorwaltet, desto näher kommt man dem wahren Quarzgehalte.

Schon auf den ersten Blick sieht man, dafs die Orthoklase in den Graniten XXII—XXX kalkhaltig sein müssen *); denn selbst die geringsten Mengen Kalkerde in denselben sind zu grofs, als dafs sie dem Oligoklas allein zugetheilt

*) Hierbei wird natürlich vorausgesetzt, dafs die analysirten Granite frei von infiltrirtem kohlensauren Kalk waren. Zweckmäfsig würde es bei künftigen Analysen sein, sie vorher mit verdünnter Salzsäure zu behandeln, da die Mineralien derselben davon nicht merklich angegriffen werden. Dadurch würde auch das zwischen den Spaltungsflächen des Feldspath so häufig vorkommende Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat, so wie Manganoxyd entfernt werden.

werden könnten *). Sechs Analysen der Oligoklase aus Granit und Gneifs geben zwar einen ziemlich constanten Kalkgehalt und daraus das Mittel = 2,4 Proc.; allein in anderen Analysen steigt er bis fast auf das Doppelte, und noch veränderlicher ist er in den Orthoklasen; daher können zahllose quantitative Verhältnisse zwischen beiden Feldspathen gedacht werden.

Da die Kaliglimmer Alkalien, Thonerde und Kieselsäure mit den Feldspathen gemein haben: so fehlt jeder Anhaltspunct, weder das Maximum noch das Minimum ihrer Werthe aus den Analysen abzuleiten. Theilt man aber die Magnesia den Magnesiaglimmern zu: so läfst sich auf den Grund der Analysen derselben das Maximum und Minimum ihrer Werthe bestimmen. In den Magnesiaglimmern aus den Graniten ist das Maximum der Magnesia 25,39 und das Minimum 10,27 Proc. Danach ergaben sich also die Minima und Maxima der Magnesiaglimmer in den Graniten.

Berechnet man auf vorstehende Weise aus den Analysen der Granite die Maxima und Minima der Mineralien in denselben: so erhält man folgende Resultate.

	XIII**)	XXII	XXIII	XXIV	XXV
Feldspathe.					
Maximum . . .	72,65	69,69	72,05	61,57	74,14
Quarz.					
Minimum . . .	23,51	25,75	22,37	34,53	18,51
Magnesiaglimmer.					
Maximum . . .	5,84	2,63	3,41	1,36	8,08

*) Wollte man z. B. in XXIV die Kalkerde dem Oligoklas allein zutheilen, und 2,4 Proc. als mittleren Kalkgehalt desselben annehmen: so würden sich 50 Proc. Oligoklas neben 11,57 Orthoklas ergeben. Ein solches Verhältnifs widerspricht aber der mineralogischen Beschreibung dieses Granit, und dem bedeutenden Kaligehalte desselben. Ueberhaupt wird wohl schwerlich in irgend einem Granit ein solches Verhältnifs beider Feldspathe stattfinden.

**) Diefs ist die einzige unter den Analysen von Delesse, welche eine Berechnung zuläfst.

Minimum . . .	2,36	1,06	1,38	0,56	3,27
Thonerde-Differenz . . .	+1,56	−0,68	−0,77	+1,17	+2,28

	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
Feldspathe.					
Maximum . . .	77,86	69,16	62,25	64,86	61,35
Quarz.					
Minimum . . .	15,05	25,05	29,91	29,45	30,78
Magnesiaglimmer.					
Maximum . . .	8,28	5,65	4,57	3,31	3,31
Minimum . . .	3,35	2,28	1,85	1,34	1,34
Thonerde-Differenz . . .	+3,00	+2,67	+1,21	+2,67	+4,11

Die Zahlen in der Reihe Thonerde-Differenz geben die Unterschiede zwischen der gefundenen und berechneten Thonerde. Das Zeichen − bedeutet, dafs der berechnete Werth gröfser als der gefundene ist; das Zeichen + bedeutet, dafs der gefundene Werth gröfser als der berechnete ist.

Mit der mineralogischen Beschreibung ist das Ergebnifs der Rechnung, dafs in allen angeführten Graniten die Feldspathe die vorwaltenden Mineralien sind, dafs auf sie der Quarz folgt, und dafs der Magnesiaglimmer in sehr untergeordneten Verhältnissen auftritt, in völliger Uebereinstimmung. Den grofsen Quarzgehalt in XXIV und XXX weiset die Beschreibung wie die Rechnung nach.

Obgleich es, nach obigen Bemerkungen, nicht möglich ist, ein Maximum oder Minimum für den Oligoklas zu ermitteln: so bilden doch die Analysen einige Anhaltepuncte zur Schätzung dar, ob dieser Feldspath in ansehnlicher oder in unbedeutender Menge vorhanden sein kann. Ein bedeutender Kalkgehalt und vorwaltendes Natron sind untrügliche Kennzeichen für einen bedeutenden Oligoklasgehalt. Aus allen bisherigen Analysen ergiebt sich, dafs im Oligoklas das Natron das Kali, und im Orthoklas das Kali das Natron bedeutend überwiegt. Da sich nun in XXV und XXVI ein bedeutender Kalkgehalt und vorherrschendes Natron finden: so mufs

in diesen Graniten der Oligoklas eine bedeutende Gröſse sein, und dieſs entspricht auch der mineralogischen Beschreibung. In den übrigen Graniten tritt Natron gegen Kali mehr oder weniger zurück; daher muſs auch Oligoklas gegen Orthoklas mehr oder weniger zurücktreten. Dieſs entspricht auch der mineralogischen Beschreibung in XXII, XXIII, XXVIII, XXIX und XXX. In XXIV und XXVII ist aber dieselbe im Widerspruche mit den Resultaten der Analysen; denn jene geben einen ansehnlichen Gehalt an Oligoklas an, während weder der Kalkgehalt, noch das Verhältniſs des Kali zum Natron zu einem solchen Schlusse berechtigen. Vielleicht daſs wiederholte mineralogische und chemische Untersuchungen diesen Widerspruch aufklären. In XXIV, der ein sehr feinkörniger Granit ist, ist allerdings die mineralogische Untersuchung schwierig.

Werden weniger feinkörnige Granite, aus denen Orthoklas- oder Oligoklaskrystalle abgesondert werden können, analysirt: so giebt die besondere Analyse solcher Krystalle Anhaltepuncte zur Schätzung der relativen Mengen beider Feldspathe in der Grundmasse; denn mit vieler Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daſs die gröſseren Krystalle dieselbe Zusammensetzung wie die kleinen, bloſs krystallinischen Massen haben. Kann in demselben Granit entweder nur ein Orthoklas- oder ein Oligoklaskrystall abgesondert werden: so reicht dieſs selbstredend hin, daraus auf die relativen Mengen beider Feldspathe zu schlieſsen. So würde man aus der Analyse XXXI auf diese relativen Mengen schlieſsen können, wenn die Grundmasse des Granit, aus dem jener Oligoklaskrystall abgesondert wurde, der Analyse unterworfen würde.

In Betreff des Magnesiaglimmers zeigt sich zwischen der Beschreibung und Berechnung eine groſse Uebereinstimmung in XXII, XXIV, XXV, XXVI und XXVIII. In XXIV fehlt nach jener der Glimmer gänzlich, und diese ergiebt die geringste Menge unter obigen Graniten. In XXV und XXVI weisen Beschreibung und Berechnung die gröſsten Mengen Magnesiaglimmer nach, und in XIII entspricht der berechnete, ziemlich bedeutende Gehalt an Magnesiaglimmer dem häufigeren Vorkommen desselben im Verhältnisse zum Kaliglimmer in der Beschreibung. In XXIII, XXVII, XXIX und XXX zeigt sich

aber keine Uebereinstimmung zwischen der Beschreibung und der Berechnung.

Da sich die Mehrzahl der Magnesiaglimmer durch einen bedeutenden Eisengehalt, der bis auf 22 Proc. steigt, auszeichnet: so ist denselben das Eisenoxydul in den Analysen zuzutheilen. Aber in XXIII und XXVIII übertrifft die Menge des Eisenoxydul selbst das Maximum des Magnesiaglimmers; daher kann nur ein kleiner Theil des ersteren dem letzteren zugetheilt werden. Auch in XXII, XXIV, XXV, XXIX und XXX ist das Eisenoxydul in solchen Mengen vorhanden, dafs nur ein Theil davon auf Rechnung des Glimmers kommen kann. Es ist freilich nicht zu übersehen, dafs auch Kaliglimmer, obgleich sehr selten, sehr eisenreich sind. Nicht zweifelhaft dürfte es indefs sein, dafs mehr oder weniger vom Eisengehalte der Analysen entweder in anderen Verbindungen oder als Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat vorhanden ist. In den Orthoklasen und Oligoklasen aus dem Granit findet sich Eisenoxydul entweder gar nicht, oder doch nur in sehr geringen Mengen, und es ist nicht zweifelhaft, dafs das in einigen Orthoklasen bis auf 1,75 Proc. steigende Eisenoxyd gröfstentheils, wenn nicht gänzlich, von dem zwischen den Spaltungsflächen abgesetzten Eisenoxydhydrat herrührt. Wir können daher mit Sicherheit annehmen, dafs auch das in den Graniten gefundene Eisen gröfstentheils denselben Ursprung haben werde. Defshalb ist es sehr wünschenswerth, dafs das Granitpulver vor der Analyse mit verdünnter Salzsäure behandelt werden möge. Was vom Eisen gilt, hat auch Bezug auf das Mangan, welches in manchen der analysirten Granite in nicht unbedeutenden Mengen hervortritt.

Da die Maxima und Minima der Magnesiaglimmer mit ziemlicher Sicherheit bestimmt werden können: so dienen diese Werthe zur Schätzung der Quantitäten der Kaliglimmer. Unter den Mineralien im Granit sind es überhaupt die Glimmer, welche auf mineralogischem Wege leichter, als andere in geringen Mengen vorkommende Mineralien erkannt werden können, und die sehr verschiedene Farbe des Kali- und Magnesiaglimmer läfst auch die Schätzung ihrer relativen Mengen mit gleicher Sicherheit zu *).

*) Streng bemerkt, dafs er die Bestimmung der Magnesia bei

So viel ergiebt sich aus den Vergleichungen zwischen den auf mineralogischem und auf chemischem Wege ermittelten Mineralien, daſs namentlich in Betreff der relativen Quantitäten derselben, Fehlschlüsse um so seltener vorkommen werden, je mehr mineralogische und chemische Untersuchungen Hand in Hand gehen.

Die Kaliglimmer enthalten, nur eine einzige Analyse (Glimmer von *Abborforſs* nach Svanberg) ausgenommen, Thonerde im Verhältnisse zur Kieselsäure stets in gröſserer, häufig in sehr viel gröſserer Menge, als die Orthoklase. In der Mehrzahl der Magnesiaglimmer kehrt sich dieses Verhältniſs um. Da nun bei unseren Berechnungen zur Ermittelung der Maxima der Feldspathe die ganze Menge der Alkalien den Feldspathen zugetheilt und danach die Menge der Thonerde berechnet wurde: so muſste der gefundene Werth dieser Erde den berechneten um so mehr übertreffen, je mehr Kaliglimmer vorhanden war. War dagegen Magnesiaglimmer gegen Kaliglimmer vorherrschend und gehörte jener zur Mehrzahl, in welcher die Thonerde im Verhältnisse zur Kieselsäure in geringerer Menge als im Orthoklas verhanden ist: so muſste der gefundene Werth dieser Erde unter den berechneten um so mehr herabsinken, je mehr der Magnesiaglimmer betrug.

In der Mehrzahl der Analysen (XIII, XXIV—XXX) ist der gefundene Werth der Thonerde stets gröſser, als der berechnete. Daher ist mit Sicherheit zu schlieſsen, daſs in

den Graniten nicht mit der Genauigkeit vornehmen konnte, wie die der andern Bestandtheile, weil hier die Menge dieser Erde so sehr gering ist. Sollte sie, wenigstens bei manchen seiner Analysen, zu gering bestimmt worden sein: so würden auch die daraus berechneten Magnesiaglimmer zu gering gefunden worden sein. Da aber die Magnesia den einzigen Anhaltepunct für die Berechnung der Magnesiaglimmer darbietet: so ist sehr zu wünschen, daſs bei künftigen Analysen besondere Sorgfalt auf ihre genaue Bestimmung verwendet wird, was auch erreicht werden kann, wenn, wie es jede auf Genauigkeit Anspruch machende Analyse fordert, die Bestimmung der Alkalien, von der der Erden getrennt wird, was auch von Streng geschehen ist.

allen diesen Graniten Mineralien, welche gröfsere Quantitäten Thonerde als der Orthoklas enthalten, gegenwärtig waren. In XXII und XXIII ist dagegen der gefundene Werth der Thonerde kleiner als der berechnete; die Differenzen sind aber so gering, dafs daraus keine sicheren Schlüsse gezogen werden können. Es ist übrigens bemerkenswerth, dafs in diesen beiden Graniten Kaliglimmer nicht, wohl aber Magnesiaglimmer, mithin dasjenige Mineral, welches den gefundenen Thonerdegehalt vermindern kann, vorhanden war *).

Da beide Glimmer überhaupt nur wenig betragen, da die Thonerde in ihnen schwankt, so dafs die gröfsere Menge im Kaliglimmer durch die geringere im Magnesiaglimmer bald ausgeglichen und dadurch ein mittleres Verhältnifs wie das im Orthoklas, hergestellt werden, bald das Gegentheil eintreten kann: so ist nicht zu vermuthen, dafs die bis auf 4,11 Proc. steigende Thonerde-Differenz blofs von den Glimmern abhängig sei.

Der Wassergehalt in den analysirten Graniten deutet darauf hin, dafs ein Theil der Feldspathe schon mehr oder weniger kaolinisirt war. Ein Wassergehalt von 0,84 Proc. setzt 4,6 Proc. Kaolin voraus, und in diesem Zersetzungsproduct ist die Menge der Thonerde im Verhältnisse zur Kieselsäure bei weitem gröfser als in den Feldspathen. Obwohl ein Theil dieses Wassergehaltes auch von der Gegenwart von Eisenoxydhydrat zwischen den Spaltungsflächen des Orthoklas herrühren mag: so scheint es doch, dafs der kaolinisirte Feldspath, welcher schwerlich in irgend einem Granit gänzlich fehlen wird **), die Hauptursache ist, dafs in den

*) Es ist nicht zu übersehen, dafs das Verhältnifs der Alkalien zur Thonerde im Orthoklas und Oligoklas dasselbe ist; daher haben die relativen Quantitäten beider Feldspathe keinen Einflufs auf die durch die Analyse und durch die Rechnung ermittelten Mengen der Thonerde.

**) Volger (Studien der Entwickelungsgeschichte der Mineralien S. 211) bemerkt mit Recht, dafs es jeden Falls in den uns zugänglichen Lagerstätten weit mehr alterirte Feldspathe als solche giebt, welche man vollkommen jungfräulich nennen könnte. Als Beispiel nennt er nur die ausgezeichnete Lagerstätte von Orthoklas von *Baveno*, wo nicht ein einziger frischer

meisten unter den analysirten Graniten der gefundene Werth der Thonerde gröfser, als der berechnete ist *).

Es würde nicht uninteressant sein, wenn man die relativen Mengen der Mineralien in den sehr grobkörnigen Graniten auf mechanischem Wege bestimmte. Wenn es auch mühsam wäre, die Bruchstücke des zerstossenen Gesteins zu sondern, und jeden Falls nur approximative Resultate erhalten werden könnten: so würde es doch nicht unausführbar sein, und man könnte wenigstens finden, ob es wirklich Granite giebt, in denen der Quarz an Menge der Individuen den Feldspath übertrifft (S. 2305). Trügt nicht der Augenschein: so kommen auch die Glimmer in sehr grobkörnigen Graniten in viel gröfserer Menge als in feinkörnigen vor: jene mechanische Sonderung würde auch hierüber entscheiden. Sollte in sehr grobkörnigen Graniten ein gröfserer Quarz- mit einem gröfseren Glimmergehalt verknüpft sein: so könnte ein Theil beider Mineralien, nach Bd. II. S. 303, 1296 und 1400, ein Zersetzungsproduct des Feldspath sein. Würde der, dieser Umwandlung unterworfene und nicht in vollständigen Krystallen ausgebildete Feldspath gänzlich zersetzt worden sein: so würde die Metamorphose mineralogisch nicht nachgewiesen werden können. Die S. 304 angeführte Pseudomorphose kommt in einem grobkörnigen Granit vor, und es ist klar, dafs in einem solchen leicht durchdringbaren Gesteine die Gewässer leichter als in einem feinkörnigen Umwandlungen bewirken können.

B. Syenit.

Die chemischen Verhältnisse der Syenite der *Vogesen* wurden schon Bd. II. S. 919 ff. betrachtet. G. Rose unterscheidet vier Abänderungen dieser Gesteine. Syenite, bestehend 1) aus Feldspath und Hornblende; 2) aus Feldspath, Oligoklas und Hornblende; 3) aus Feldspath, Oligoklas, Horn-

Krystall zu finden ist, wie solches auch Breithaupt nach seinen Beobachtungen darthut.

*) Es ist klar, dafs die auf die Analysen gegründeten Berechnungen überhaupt um so unsicherer werden müssen, je mehr die Granite in ihrer Zersetzung fortgeschritten sind, oder je mehr aufserwesentliche Mineralien vorhanden sind.

blende, grünem Glimmer und Quarz, wobei die Hornblende auch ganz wegfallen kann; 4) aus Feldspath, Oligoklas und grünem Glimmer. Unwesentliche Mineralien sind: Titanit, Apatit, Magneteisen. Die Syenite im südlichen *Norwegen* enthalten Zirkon, Nephelin, Polymignit, Pyrochlor u. s. w. Der Syenit findet sich weder an so vielen Orten, noch in so großen Massen wie der Granit.

Nach den Analysen der Mineralien der Syenite der *Vogesen* von Delesse wurde S. 925 die Zusammensetzung zweier Syenite berechnet, und seitdem stellte derselbe mehrere solcher Berechnungen an *). Nur zwei Analysen von Syeniten sind bekannt, wovon die eine (II) nicht einmal vollständig ausgeführt wurde.

	I		II
Kieselsäure . .	61,72		66,39
Thonerde . . .	13,57		13,79
Eisenoxydul . .	7,16	Oxyd	3,61
Manganoxydul .	0,33		—
Kalkerde . . .	5,88		2,03
Magnesia . . .	3,33		—
Kali	3,37		13,15 aus dem Verluste
Natron	3,12		
Wasser . . .	0,95		1,03
	99,43		100,00

I. Syenit von *Blansko* in *Mähren*. Ein sehr inniges Gemeng aus Feldspath, Oligoklas, Quarz, Magnesiaglimmer und Hornblende. Feldspath und Oligoklas sind wahrscheinlich neben einander, Hornblende in kleinen körnigen Massen, Magnesiaglimmer in bedeutender Menge, kleine Quarzkörnchen spärlich, außerdem an mehreren Stellen kleine Aussonderungen von braunem Granat vorhanden. Streng **).

II. Zirkonsyenit von *Maridal* in *Norwegen*. Wiesnaes unter Scheerer's Leitung ***).

*) N. Jahrb. f. Min. u. s. w. S. 776.

**) A. a. O. S. 135.

***) Jahresb. 1851. S. 839.

Aus der Analyse des Syenit I, welcher die angegebenen Mineralien enthält, läſst sich nicht einmal das Maximum der beiden Feldspathe ermitteln; denn man kennt nicht die relativen Mengen Kalkerde, welche den Feldspathen und der Hornblende zuzutheilen sind. Eben so wenig kann man die Magnesia zwischen der Hornblende und dem Magnesiaglimmer vertheilen. Sind daher die Syenite nicht so grobkörnig, daſs wenigstens die Hornblende und der Magnesiaglimmer abgesondert und analysirt werden können: so ist es unmöglich, aus der Analyse eines Syenit als ein Ganzes auf die relativen Quantitäten seiner Mineralien zu schlieſsen. Der Natrongehalt in I, welcher dem Kali wenig nachsteht, zeigt übrigens, daſs in diesem Syenit der Oligoklas eine bedeutende Gröſse sein müsse.

C. Feldsteinporphyre.

Diese Gesteine enthalten dieselben Mineralien, wie die von G. Rose Granitite benannten Abänderungen der Granite: nämlich Orthoklas, Oligoklas, Quarz und Magnesiaglimmer, welche in einer dichten Grundmasse eingewachsen sind *). Wenn es auch nicht zu entscheiden ist, aus welchen Mineral-Individuen diese Grundmasse besteht: so wird doch das Folgende die Möglichkeit darthun, daſs sie ein sehr feines, inniges Gemeng derselben Mineralien, welche in gröſseren Krystallen darin ausgeschieden sind, sein kann.

Wird eine Säure, z. B. verdünnte Schwefelsäure, zu willkührlichen Quantitäten verschiedener Basen, z. B. Thonerde, Eisenoxyd, Kalkerde, Magnesia und Alkalien, im Ueberschusse gesetzt: so krystallisiren aus der Lösung schwefelsaure Salze, und zwar, ausser einfachen Salzen, verschiedene Doppelsalze, Kali - und Eisen - Alaun, schwefelsaure Kali - Magnesia und schwefelsaure Natron-Magnesia heraus. Eine solche Zusammensetzung aus schwefelsauren Salzen und Schwefelsäure ist zu vergleichen mit einem krystallinischen Gesteine, welches freie Kieselsäure enthält. Die Laven, aus welchen Trachytporphyre entstanden sind (S. 2195 ff.) waren ohne Zweifel ho-

*) G. Rose a. a. O. S. 373.

mogene geschmolzene Massen, aus denen, nach der plutonischen Ansicht, während langsamer Erstarrung die Mineralien in diesen Gesteinen herauskrystallisirten. Da die Trachytporphyre freie Kieselsäure enthalten: so mufsten die Basen in den Laven als Silicate vorhanden gewesen sein. Während nun beim Erstarren diese Silicate als Doppelsilicate, wie im Feldspath, herauskrystallisirten, mufste sich die freie Kieselsäure ausscheiden, und diese Kieselsäure ist es, welche sich als Quarz in den Trachytporphyren findet *). Erfolgte dagegen die Krystallisation auf nassem Wege nach der Erstarrung der Lava: so war mit der Krystallisation des Feldspath gleichfalls die Ausscheidung der freien Kieselsäure verknüpft; dann konnte aber letztere die von den Feldspathkrystallen übrig gelassenen Zwischenräume so erfüllen, wie sie sich, namentlich im Granit, wirklich findet, und ebenso konnten auch manchmal Quarzkrystalle in den mit ihnen gleichzeitig gebildeten Feldspathkrystallen einwachsen.

Wie im obigen Beispiele einfache schwefelsaure Salze mit Doppelsalzen herauskrystallisiren: so ist auch die Krystallisation einfacher Silicate mit zusammengesetzten Silicaten aus gedachter Lava zu denken **). Nur selten finden sich indefs einfache Silicate in granitischen Gesteinen; Andalusit und Cyanit sind die einzigen, welche in ihnen angetroffen werden. Beachtet man auf der andern Seite, dafs die alkalischen und Kalkerdesilicate, so verschieden auch ihre relativen Quantitäten sein mögen, wegen ihrer unzähligen Combinationen, in welchen sie mit Thonerdesilicat verschiedene

*) Wir erinnern daran, dafs diese nothwendige Verknüpfung der Bildung von Feldspath mit der Ausscheidung von Quarz, auf den schon Bd. II. S. 924 hervorgehobenen Widerspruch, dafs die Mineralien der granitischen Gesteine nicht in der Folge vorhanden sind, in welcher sie sich nach den ungleichen Graden ihrer Schmelzbarkeit hätten bilden müssen, führt.

**) Wie aus schwefelsauren Salzen, welche schwefelsaue Thonerde und schwefelsaures Kali enthalten, Kali-Alaun herauskrystallisirt: so krystallisirt auch der in seiner stöchiometrischen Zusammensetzung mit diesem identische Kalifeldspath aus einer Masse, welche kieselsaure Thonerde und kieselsaure Alkalien enthält.

Feldspathe bilden, stets eine Verwendung zur Bildung dieser zusammengesetzten Silicate finden, dafs die Magnesiasilicate in gleichfalls unzähligen Combinationen mit Thonerde, Eisenoxydul und Manganoxydul-Silicaten und mit den Resten der alkalischen Silicate, die in die Mischung der Feldspathe nicht eingegangen sind, verschiedene Glimmerarten bilden, dafs aufserdem die Reste der noch vorhandenen einfachen Silicate zur Bildung von accessorischen Mineralien verbraucht werden können: so ist an der Möglichkeit nicht zu zweifeln, dafs aus jedem Gemenge von Silicaten mit überschüssiger Kieselsäure krystalliniche Gesteine entstehen können, welche aus zusammengesetzten Silicaten bestehen, und dafs nur in seltenen Fällen einfache Silicate übrig bleiben.

Es ist überflüssig zu bemerken, dafs diese Verhältnisse ihre Anwendung auf alle Massen finden, welche Silicate enthalten. Die sedimentären wie die im feuerflüssigen oder in irgend einem andern Zustande auf die Erdoberfläche gekommenen Silicatgesteine können, nach eingetretener Bildung zusammengesetzter Silicate, krystallinische Gesteine liefern.

Aus diesen Betrachtungen ergiebt sich zwar nicht die Nothwendigkeit, aber doch die Möglichkeit, dafs die Grundmasse der Feldsteinporphyre so wie anderer granitischer Gesteine das Material für dieselben Mineralien, welche in gröfseren Krystallen ausgeschieden sind, enthalten kann. So lange die Grundmasse auch nur eine Spur krystallinischer Beschaffenheit zeigt, kann man sie wenigstens nicht für ein blofses Gemeng von verschiedenen Silicaten halten.

Wie in Graniten, so ist auch in Feldsteinporphyren Orthoklas in gröfster, Oligoklas in geringerer und Glimmer in der geringsten Menge, oder auch gar nicht, vorhanden. Bisweilen fehlt auch der Oligoklas. Zu den accessorischen Mineralien gehören: Cordierit in Pinit umgewandelt, Granat, Orthit und Eisenkies. Diese Porphyre gehören zu den verbreiteteren Gliedern der granitischen Gesteine.

Analysen von Feldsteinporphyren. Einige wurden schon früher (Bd. II. S. 938 und 1662) angeführt.

	I	II	III	IV	V
Kieselsäure	70,50	68,56	70,85	76,29	76,49
Thonerde .	13,50	15,30	14,12	13,80	13,25
Eisenoxyd	5,50	4,25	2,72	0,72	0,88
Kalkerde .	0,25	0,50	1,62	—	—
Magnesia .	0,40	0,20	—	—	—
Kali . . .	5,50	7,50	3,57	2,43	3,14
Natron . .	3,55	2,62	5,23	5,39	4,02
Chlor . .	0,10	—	—	—	—
Wasser .	0,77	—	0,65	0,82	—
Glühverlust	—	—	—	—	1,17
	100,07	98,93	98,76	99,45	98,95

I. Porphyr von *Kreuznach*. Vorherrschend rothe, in grau und braun übergehende Grundmasse, worin eine Menge meist kleiner Krystalle von Feldspath und Quarz, bisweilen etwas Magnesiaglimmer vorkommen. Schweizer *).

II. Porphyr von einem Gange aus der Gegend von *Freiburg*. In einer zwischen Perlgrau und Fleischroth gefärbten Grundmasse liegen meist hirschkorngrofse Quarzkrystalle und Parthien von derbem Feldspath. Er wird durch die Atmosphärilien schwierig zersetzt: in der Nähe von Erzgängen wird er aber grünlich und enthält ein etwas eisenhaltiges Thonerdesilicat; also Kaolin. Zur Analyse wurden mehrere faustgrofse, möglichst quarzfreie Stücke gepocht und die Quarzkörner ausgelesen. Kersten **).

III. Porphyr vom *Sandfelsen* bei *Halle* a. d. *Saale*. In einer grauen oder bläulichgrauen Grundmasse Kali- und Natronfeldspath vorherrschend, kleine Quarzkörner oft mit bestimmter Krystallform, viele kleine schwarze Puncte scheinen theils von einem glimmerartigen Mineral, theils von Flufsspath, der nicht selten in kleinen krystallinischen Puncten hervortritt, herzurühren. Obgleich dieses Gestein sehr dicht ist, so ist es doch sehr zur Zersetzung geneigt. Es bleicht

*) Poggend. Annal. Bd. LI. S. 287.

**) Ebend. Bd. LIX. S. 129.

allmälig, der Feldspath verliert seinen Glanz und das Ganze zerfällt in eine sand- und kaolinartige Masse. E. Wolff.

IV. Porphyr in der Nähe des vorigen und vielleicht durch allmälige Zersetzung aus ihm hervorgegangen. Die rothe und graue Farbe ist völlig verschwunden und das Gefüge schieferartig geworden, so dafs sich das Gestein nach einer bestimmten Richtung in mehr oder weniger dünne Platten absondert, zwischen welchen sich eine kaolinartige Substanz abgesetzt hat. Der Feldspath ist ebenfalls farblos geworden und zeigt sich, wie die Grundmasse, zuweilen etwas zerfressen und durchlöchert. Von Glimmer und Flufsspath findet sich nichts mehr. Zur Analyse wurden noch harte und feste Stücke, die blofs gebleicht waren, ausgewählt.

Wenn, wie wohl nicht zu zweifeln, dieser Porphyr aus dem vorhergehenden entstanden ist: so ersieht man, dafs sich, in Folge der Verminderung der Basen, der Kieselsäuregehalt relativ vermehrt hat. Das Kaolin zwischen den Platten erklärt die Zunahme der Kieselsäure und die Abnahme der Thonerde. Das Bleichen rührt von dem gröfstentheils fortgeführten Eisenoxyd her, welches natürlich nur durch die reducirende Wirkung organischer Substanzen als Oxydul fortgeführt werden konnte. Da in diesem Porphyr der Flufsspath fehlt: so ist das gänzliche Verschwinden der Kalkerde wahrscheinlich der Fortführung desselben zuzuschreiben. Hier stofsen wir wieder auf den anomalen Fall, dafs das Kali theilweise aber nichts vom Natron fortgeführt wurde.

V. Gelblicher Porphyr von demselben Vorkommen, wie die beiden vorigen. Er zeigt gleichfalls ein schiefriges Gefüge und auf den Absonderungsflächen eine kaolinartige Masse von derselben schmutziggelben Farbe wie der Porphyr selbst.

Dieses Gestein, welches dem vorigen chemisch und physikalisch sehr ähnlich ist, kann gleichfalls nur für einen in Zersetzung begriffenen Porphyr gehalten werden. Was hierüber beim vorigen bemerkt wurde, gilt auch von diesem; nur mit dem Unterschiede, dafs bei diesem mehr Natron als Kali fortgeführt wurde. In Fällen, wie in den vorliegenden, wo die Gegenwart von verwitterten Kali- und Natronfeldspathen nachgewiesen ist, möchte die Erklärung dieses verschiedenen Verhaltens darin zu suchen sein, dafs bald diese,

bald jene mehr der Zersetzung ausgesetzt sind. Wir sehen, wie nicht selten zersetzte Feldspathe neben andern frischen von derselben Species sich finden (Bd. II. S. 296); noch leichter ist daher zu begreifen, wie, je nach verschiedenen Umständen, bald Kali- bald Natronfeldspathe in höherem Grade der Zersetzung unterliegen, und wie das Gestein in Folge dieser partiellen Zersetzung bald mehr Kali bald mehr Natron verliert.

	VI	VII	VIII	IX
Kieselsäure	75,62	71,7	77,5	57,60
Thonerde .	10,01	15,0	12,9	25,00
Eisenoxyd .	3,65	2,9	2,5	
Kalkerde .	0,47	0,4	0,4	3,23
Magnesia .	—	8,8	5,9	9,92 *)
Kali . . .	4,16			
Natron . .	3,84			
Wasser . .	1,10	—	—	—
Glühverlust .	—	—	—	4,25 **)
	98,85	98,8	99,2	100,00

VI. Rother Porphyr vom *Tanzberg* bei *Diemitz*. Neben Feldspath, nicht selten in kreuzähnlichen, zwillingsartigen Verwachsungen, finden sich hier häufiger, als in den andern Porphyr-Varietäten Quarz in kleinen rundlichen Körnern oder in Krystallen, selten Magnesiaglimmer und kein Flufsspath. Die Zersetzung dieses Gesteins scheint viel langsamer von Statten zu gehen; denn Kaolin-Lager kommen nicht in seiner Nähe vor, und die hervorstehenden Felsen haben ihre rothe Farbe durchgängig beibehalten. Nur der in der Masse befindliche Feldspath bleicht zuweilen etwas und bildet Pseudomorphosen von Kaolin nach Feldspath. Diefs zeigt, in Uebereinstimmung mit dem Obigen, wie auch zwischen der Grundmasse und den Krystallen Unterschiede in der Zersetz-

*) Aus der Differenz bestimmt.

**) Wasser und Kohlensäure.

barkeit stattfinden, und so ungleiche Abscheidungen der Alkalien bewirkt werden können. Diese vier Analysen von E. Wolff *).

In vorstehenden Porphyren finden sich verschiedene Zersetzungsproducte. Erstens der sogenannte Chromocher (Bd. II. S. 2039) auf Absonderungsflächen sehr zersetzter Porphyre am *Sandfelsen* bei *Halle,* oder auch in dünnen, das Gestein durchziehenden Schnüren. Er ist ein Gemeng von 25,55 bis 26,42 Proc. einer in Schwefelsäure unlöslichen, aus 94,16 Proc. Kieselsäure und 4,49 Thonerde, Eisen- und Chromoxyd bestehenden Substanz, und von 73,58 bis 74,45 Proc. Kaolin, welches 46,11 Proc. Kieselsäure, mithin nahe dessen normale Zusammensetzung (Bd. I. S. 816) hat, und aufserdem 4,28 Proc. Chromoxyd enthält. Zweitens die sogenannten Knollensteine, Ausfüllungsmassen von Gangspalten und Klüften in diesen Porphyren, welche in der Nähe dieser Spalten im höchsten Grade zersetzt sind. Die Knollensteine, dichte, weifse Massen, enthalten auf den Bruchflächen viele kleine glänzende Quarzkörner so wie ganz kleine Pünctchen und feine Striche, welche zersetzte Feldspathe sein sollen. Nach der Analyse von sechs Knollensteinen bestehen sie aus 97,01 bis 99,11 Proc. Kieselsäure und 0,83 bis 1,81 Thonerde, Eisenoxyd mit und ohne Manganoxyd und Glühverlust **).

Der Chromocher erscheint als eine, in Kaolin und Kieselsäure zersetzte porphyrische Masse, in welcher beide Zersetzungsproducte gröfstentheils noch vorhanden sind. Die Knollensteine enthalten aber blofs das zweite dieser Zersetzungsproducte, die Kieselsäure mit geringen Mengen von Basen. Der Chromocher, auf Absonderungsflächen oder in dünnen Schnüren im Gesteine, ist wahrscheinlich aus den sich berührenden Gesteinflächen, in Folge der hier durchgedrungenen Gewässer entstanden. Die Knollensteine scheinen dagegen Absätze aus Gewässern zu sein, welche aus zersetzter Feldspathmasse der Porphyre die Kieselsäure mit ganz geringen Mengen beigemischter Basen aufgenommen und in die Spalten oder Klüfte geführt haben, während das Kaolin zu-

*) Journ. f. pract. Chem. Bd. XXXIV. S. 193.

**) E. Wolff a. a. O. S. 202 ff.

rückgeblieben ist *). Dafs diese Erklärung die richtige sei, würde sich aus einer Analyse des zersetzten Nebengesteins ergeben, sofern dieselbe eine Verminderung der Kieselsäure nachweisen sollte. Dem zu Folge würde die Zersetzung der in Rede stehenden Porphyre an verschiedenen Stellen verschiedene Richtungen genommen haben. Theils würde ein Theil der Basen fortgeführt und dadurch eine Zunahme der Kieselsäure bewirkt worden sein, theils würde, wie oben angeführt, Kieselsäure als Zersetzungsproduct des Feldspath mit Zurücklassung von Kaolin fortgeführt worden sein, theils würden die Zersetzungsproducte der sich berührenden Gesteinflächen gröfstentheils an Ort und Stelle zurückgeblieben sein.

VII. Porphyr von *Montreuillon*. In einer weifsen oder grünlichweifsen Grundmasse Quarzkrystalle von der Gröfse kleiner Erbsen, Feldspath-Blättchen und dunkelgrüner Glimmer. Delesse **).

VIII. Porphyr von *Saulieu*. Beide aus dem *Morvan*. In einer bräunlichrothen Grundmasse kleine eckige Quarzkörner, Feldspath-Blättchen und bisweilen dunkelgrüner Glimmer. In beiden Porphyren finden sich geringe Mengen von Carbonaten. Derselbe.

IX. Porphyr von *Lessines* in *Belgien*. Die graulich dunkelgrüne Farbe der Grundmasse, welche häufig, aber nicht immer Quarz, und bisweilen Hornblende enthält, rührt von einem weichen, wasserhaltigen Magnesia-Eisensilicat her, wel-

*) Wolff analysirte sieben vollkommen zersetzte Feldspathe aus den Knollensteinen. Einer davon fand sich in den Spalten und Vertiefungen des Knollensteins schichtenweise abgesetzt, war also durch die Meteorwasser, wie Wolff selbst bemerkt, zusammengespült worden. Er war mit runden Quarzkörnern und Knollensteinstücken gemengt. Sind die übrigen Feldspathe auf dieselbe Weise in die Spalten geführt worden: so würden diese Gangausfüllungen theils mechanischer, theils chemischer Art sein. Diese zersetzten Feldspathe hatten eine ziemlich übereinstimmende Zusammensetzung: die Kieselsäure betrug 41,74—44,01, die Thonerde 41,01—44,36, das Wasser 10,85—13,40, abgesehen von den geringen Mengen anderer Basen.

**) N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1850. S. 186.

ches Delesse *) für einen auf pseudomorphischem Wege gebildeten Chlorit hält. Dieses Silicat, so wie kohlensaurer Kalk, kohlensaures Eisenoxydul, Eisenkies und Kupferkies (auf schmalen Adern auch kohlensaures Kupfer) u. s. w., deuten auf Zersetzungsprocesse. Delesse schreibt den geringen Kieselsäuregehalt in diesem Porphyr, der noch geringer als der im Oligoklas ist, der Gegenwart des Chlorit und der Carbonate zu; das Handstück enthielt auch keinen Quarz.

	X	XI	XII	XIII
Kieselsäure	63,70	62,17	58,92	77,99
Thonerde .	22,64	14,60	22,49	15,00
Eisenoxyd	0,53	7,80	0,75	
Kalkerde .	1,44	3,30	5,53	1,00
Magnesia .	1,20	5,00	1,87	
Kali . .	2,81	2,04	0,93	6,00**)
Natron .	6,15	4,10	6,93	
Wasser .	—	0,58	1,64	0,01
Glühverlust	1,22	—	—	—
	99,69	99,59	99,06	100,00

X. Oligoklas aus dem Porphyr von *Quenast* in *Belgien* ***).

XI. Rother antiker Porphyr aus *Aegypten*. Er besteht fast ganz aus einer Feldspath-Grundmasse und aus Feldspath mit kleinen Hornblendekrystallen, Eisenglanz und etwas Magneteisen. Quarz kommt nur in kleinen unregelmäfsigen Adern vor. Er braust nur wenig mit Säuren.

XII. Oligoklas aus diesem Porphyr.

XIII. Porphyr von *Rennas*, kleine Orthoklaskrystalle, Oligoklaskrystalle, Hornblendekrystalle und viele Körner eines stahlgrauen Eisenoxyd enthaltend. Er braust kaum mit Säuren. Diese drei Analysen von Delesse †).

*) Ann. des mines (4) T. XVIII. P. 103.

**) Aus dem Verluste bestimmt.

***) N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1851. S. 169.

†) Ann. de chim. et de phys. (3) T. XXX. P. 81.

Wolff und Hochmuth, ihm folgend, versuchten aus ihren Analysen von Porphyren die Mineralien, welche sie zusammensetzen, zu berechnen. Ihre Rechnungen führten sie auf die Annahme, dafs in der Grundmasse kleine Mengen Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd u. s. w. enthalten seien. Dafs die Thonerde nur als Silicat vorhanden gedacht werden könne, wurde oben (S. 2324) gezeigt. Wir haben Hochmuth's Analysen gleichfalls einer Berechnung unterworfen (Bd. II. S. 940). Jene Chemiker gingen von der Voraussetzung aus, dafs neben Orthoklas Albit in den Porphyren enthalten sei. Nach G. Rose *) kommt indefs letzterer Feldspath darin nie, sondern neben Orthoklas blofs Oligoklas, und nach Delesse statt Oligoklas manchmal Andesin (Bd. II. S. 919) vor.

Nach allen Analysen ist Kalkerde ein wesentlicher Bestandtheil der Oligoklase, und auch die Oligoklase X und XII aus Porphyren zeigen einen bedeutenden Kalkgehalt; in IV und V S. 2326 und in IX S. 1662 findet sich aber diese Erde nicht, und in den meisten übrigen nur in sehr geringen Mengen. Da sich jedoch IV und V im zersetzten Zustande befinden und Delesse in mehreren Porphyren kohlensaure Kalkerde nachgewiesen hat: so sind wir berechtigt, aus dem mangelnden oder ganz fehlenden Kalkgehalte auf einen schon eingetretenen zersetzten Zustand zu schliefsen. In Feldsteinporphyren verlieren daher die Feldspathe ihren Kalkgehalt viel leichter, als in feinkörnigen Graniten, welches wohl von der porphyrischen Beschaffenheit der ersteren herrührt.

In I, II und VI ist Kali gegen Natron, in allen übrigen, in welchen die relativen Mengen der Alkalien bestimmt wurden, auch in VIII und IX S. 1662, ist umgekehrt Natron gegen Kali vorherrschend; in jenen ist daher auf vorherrschenden Orthoklas, in diesen auf vorherrschenden Oligoklas zu schliefsen. Die Vergleichung von III mit IV und V zeigt indefs, dafs sich bei eintretender Zersetzung die relativen Mengen der Alkalien verändern.

Aus allen diesen Verhältnissen ergiebt sich, dafs bei den Porphyren mit viel geringerer Sicherheit auf die relativen Mengen der Feldspathe aus den Analysen zu schliefsen ist,

*) Poggend. Ann. Bd. LXVI. S. 109.

als bei den feinkörnigen Graniten. Die Berechnung nach der oben (S. 2313 ff.) angeführten Art liefert folgende Resultate.

	I	II	III	IV	V
Feldspathe.					
Maximum . . .	65,75	72,18	81,39	60,70	53,22
Quarz.					
Minimum . . .	26,33	20,39	15,32	34,92	40,45
Thonerde -					
Differenz . . .	+1,22	+1,91	−1,32	+2,30	+3,23

	VI	VIII (S. 1662)	IX (S. 1662)	XI
Feldspathe.				
Maximum . . .	62,24	38,08	49,11	78,31
Quarz.				
Minimum . . .	33,55	55,19	40,61	8,28
Thonerde -				
Differenz . . .	−1,69	+4,30	+5,42	−0,38

Die vorstehenden Resultate zeigen in den Feldsteinporphyren sehr abweichende Quantitäten der Feldspathe und des Quarzes; denn wenn auch die Werthe derselben nur Maxima und Minima sind: so sind sie doch approximativ vergleichbar, da die Werthe der Feldspathe nach der Zusammensetzung des Orthoklas berechnet wurden.

In I, wo die Gegenwart des Magnesiaglimmers mineralogisch nachgewiesen ist, beträgt dieser im Max. 3,89, im Min. 1,58. Unter der Voraussetzung, dafs IV und V wirklich aus III hervorgegangen sind, tritt hier die bedeutende Verminderung der Feldspathe und die bedeutende Vermehrung der freien Kieselsäure viel augenscheinlicher als bei Vergleichung der Resultate der Analysen hervor. Während in III die berechnete Thonerde 1,32 Proc. weniger beträgt, als die gefundene, beträgt umgekehrt in IV und V jene 2,3 und 3,23 mehr als diese, welches eine Folge der theilweisen Fortführung der Alkalien und der gänzlichen Fortführung der Kalkerde, und der dadurch bewirkten relativen Zunahme der Thonerde ist. Solche Gesteine, in denen die Rechnung überschüssige Thon-

erde ergiebt, sind Gemenge aus Feldspathen, Quarz und Thonerdesilicaten; dafs letztere wirklich vorhanden sind, zeigen die in Kaolin umgewandelten Feldspathe.

In VIII und IX ergeben sich noch gröfsere Quantitäten von Thonerdesilicaten. Da diese beiden Porphyre ein sehr frisches Ansehen haben: so tritt hier die Alternative ein, dafs sie sich dennoch in einem veränderten Zustande befinden, oder dafs ursprünglich und gleichzeitig mit den Feldspathen und dem Quarze Thonerdesilicate gebildet worden seien. Welchen Ursprung auch die Massen haben mögen, aus denen die Porphyre hervorgegangen sind, für die Annahme, dafs in diesen Massen Alkalien, Kalkerde und Thonerde stets in Verhältnissen vorhanden waren, wie sie die Bildung von Orthoklas und Oligoklas fordert, lassen sich keine haltbaren Gründe beibringen; die Natur hat nicht mit der Wage in der Hand diese Massen gemischt. Beachtet man, dafs in beiden Feldspathen die Sauerstoffantheile der Alkalien und der Kalkerde zu denen der Thonerde in gleichem Verhältnisse stehen: so können, sofern diese Basen blofs zur Bildung von Orthoklas und Oligoklas verwendet wurden, keine Combinationen gedacht werden, wodurch ein Ueberschufs der einen oder anderen Base in die Mischung dieser Feldspathe hätte eingehen können. In denjenigen Porphyren, wo überschüssiges Thonerdesilicat nicht zur Bildung eines anderen zusammengesetzten Silicats, welches die manichfaltigsten Combinationen der einzelnen Silicate zuläfst, wie namentlich des Glimmers, verwendet wurde, kann daher eine Ausscheidung von Thonerdesilicat nicht bezweifelt werden. Beachtet man auf der anderen Seite, dafs es wasserfreie Thonerdesilicate (Andalusit, Chiastolith und Cyanit) giebt, welche nur krystallisirt vorkommen, und welche, wie namentlich der Chiastolith, aus Thonschiefer herauskrystallisirten: so mufs es auffallen, dafs sich diese krystallisirten Thonerdesilicate in Feldsteinporphyren, in denen die Bedingungen zur Krystallisation im vorherrschenden Grade gegeben waren, nicht finden.

Die Kalkerde, der wesentliche Bestandtheil des Oligoklas, kommt gleichfalls häufig im Orthoklas vor, im Porphyr VIII findet sie sich nur in geringer Menge, in IX gar nicht. Wäre, namentlich der letztere Porphyr, eine noch ganz unveränderte

Bildung: so würde nicht zu begreifen sein, wie diese Feldspathe, namentlich Oligoklas, hätten entstehen können. Die Kalkerde ist daher aus diesen Porphyren, wie aus III, höchst wahrscheinlich ganz oder grofsentheils fortgeführt worden; in diesem Falle mufste aber in ihnen überschüssiges Thonerdesilicat als Zersetzungsproduct gefunden werden.

Man sieht hieraus, wie schwierig es in vielen Fällen ist, über Gegenwart oder Abwesenheit mancher Gemengtheile krystallinischer Gesteine zu entscheiden, wenn auch mineralogische und chemische Untersuchungen sich gegenseitig unterstützen. Bis zur Unmöglichkeit steigert sich die Schwierigkeit, wenn man vergifst, dafs in allen Gesteinen ohne Unterbrechung Veränderungen von Statten gehen, dafs ihr frisches Aussehen keineswegs auf unveränderte Zustände schliefsen läfst, indem frühere Zersetzungen durch neue krystallinische Bildungen wieder verhüllt werden können. Wo das schärfste mineralogische Auge über Gegenwart oder Abwesenheit von Substanzen, welche jeden Falls nur in äusserst geringen Mengen vorhanden sein können, und deren äussere Kennzeichen verwischt sind, nicht mehr entscheiden kann, da ist nur mit Hülfe der chemischen Analyse und durch Combination von Wahrscheinlichkeits-Gründen zu ergänzen, was dem mineralogischen Auge entgeht.

Die zum Theil bedeutenden Quantitäten Eisen sind, da eisenhaltige Mineralien, Glimmer, Hornblende, Eisenoxydulsilicat u. s. w. selten und in sehr geringen Mengen auftreten, ohne Zweifel gröfstentheils nur das rothfärbende Princip der Porphyre. Diefs ergiebt sich auch aus dem schon erwähnten Umstande, dafs mit der Zersetzung des Gesteins das Bleichen und das Fortführen des gröfsten Theils des Eisens verküpft ist. Wahrscheinlich rührt ein Theil des Wassers von dem als Hydrat vorhandenen Eisenoxyd her.

D. Granulite, (Weifssteine, Leptinite).

Sie bestehen wesentlich aus Orthoklas, Quarz und Granat. Die nachfolgenden Analysen führen aber zu der Vermuthung, dafs in ihnen auch natronhaltige Feldspathe vorhanden sein müssen. Zu den accessorischen Mineralien gehören Glimmer, Cyanit und Hornblende.

Granulite aus der Gegend von *Krems*, nach E. Hornig unter Schrötter's Anleitung *); das Mittel zweier nahe übereinstimmender Analysen.

	I	II	III	IV
Kieselsäure . . .	81,77	73,04	73,72	53,66
Thonerde . . .	7,02	8,23	11,91	12,84
Eisenoxydul . .	2,74	6,27	5,08	2,79
Eisenoxyd . . .	—	1,35	1,38	7,05
Manganoxydul . .	1,44	2,32	1,83	Spur
Kalkerde	0,97	1,18	2,21	5,02
Magnesia	—	—	—	4,27
Kali	3,92	7,11	1,50	3,89
Natron	2,04	—	2,37	7,02
Phosphorsäure . .	—	Spur	Spur	3,47
	99,90	99,50	100,00	100,01

Salzsäure mit dem geschlämmten Pulver längere Zeit digerirt, zog die nachstehenden Bestandtheile aus **).

	I	II	III	IV
Thonerde	0,009	0,012	0,087	4,773
Eisenoxydul . .	0,134	—	—	—
Eisenoxyd . . .	—	0,600	1,275	3,129
Manganoxydul . .	0,071	0,055	0,859	—
Kalkerde . . .	0,041	0,036	0,890	3,101
Magnesia . . .	—	—	—	2,622
Phosphorsäure . .	—	—	—	Spur
	0,255	0,703	3,111	13,625

I. Aus einem 3 bis 6 Klafter mächtigen Granitgang südwestlich von *Krems*, die sogenannte *Teufelsmauer*, welche sich bis zur *Donau* herabzieht. Dieser Granit enthält an vielen Stellen ziemlich viel schwarzen Turmalin; in dem ana-

*) Sitzungsberichte der mathemat. naturwiss. Classe d. Acad. d. W. zu Wien Bd. VII. S. 583.

**) Wurde das mit Salzsäure behandelte Gestein zur Analyse angewendet?

lysirten schmutzigweifsen, feinkörnigen Stücke, welches keine Mineralien einschlieft, fehlte er aber.

II. Aus einem Granulitlager am Wege von *Aggsbach* nach *Gurhof*. Graulichweifs, sehr feinkörnig und enthält viele kleine, rothe Puncte, Granaten, und wenige blaue Cyanite.

III. Aus einem Steinbruche bei *Unter-Bergern* am südlichen *Donau*-Ufer. Gegen Süden ist dieser Granulit mit einem Lager von Thon und Sand, Producte seiner Verwitterung, bedeckt. Er ist weifs, feinkörnig und enthält gleichfalls ziemlich viele rothe und blaue Puncte.

I, II und III werden durch Verwitterung ochergelb.

IV. Aus einem Steinbruche bei *Strafs*, nordöstlich von *Kremis*. Dieses Gestein geht in einen Hornblende haltigen Gneifs deutlich über. Es variirt zwischen schmutzigem Dunkelgrün und Weifs, und enthält bisweilen erbsengrofse Stücke Quarz und Feldspath.

Es ist schwierig, aus II und III das Maximum der Feldspathe zu berechnen, da man nicht weifs, ob in diesen Granuliten die Kalkerde den Granaten zuzutheilen ist oder nicht. I und III enthalten entschieden, neben Orthoklas, einen natronhaltigen Feldspath (Oligoklas?), der sogar gegen jenen vorherrschend zu sein scheint, wefshalb jeden Falls ein Theil der Kalkerde diesem Feldspath zukommt; II scheint aber nur Orthoklas zu enthalten. Dieser Unsicherheiten wegen kann die Berechnung des Maximum der Feldspathe keine brauchbaren Resultate liefern. Hornig berechnete die einzelnen Silicate und findet für I 58,96, für II 43,05, für III 44,83 und für IV 0,49 Proc. freie Kieselsäure; aber auch diese Berechnung kann nur sehr schwankende Resultate geben, da im Orthoklas neutrale, im Oligoklas dagegen $\frac{2}{3}$ kieselsaure Thonerde vorhanden ist. Die in I, II und III durch Salzsäure ausgezogenen Mengen Eisen scheinen als Eisenoxydhydrat oder als Magneteisen vorhanden gewesen zu sein. Die beträchtlichen Mengen Eisen in dem durch Salzsäure unzersetzbaren Theil von II und III rühren wahrscheinlich von den Granaten her.

Die geringe Menge Kieselsäure, welche die Analyse in IV angiebt, dagegen die darin vorkommenden Quarzkörner, die bedeutenden Quantitäten Alkalien, besonders Na-

tron, die erheblichen Mengen Eisenoxyduloxyd, Kalkerde und Magnesia, der ungewöhnlich grofse Gehalt an, durch Salzsäure zersetzbaren Theilen: alles dieses widerspricht der Zusammensetzung granitischer Gesteine so sehr, dafs man dieses Gestein unmöglich zu den Granuliten zählen kann. In Ermangelung einer genauen mineralogischen Untersuchung ist es sehr schwer, sich eine richtige Vorstellung von seiner Zusammensetzung zu machen. Da es in einen Hornblende haltenden Gneifs übergeht: so ist in ihm schon eine bedeutende Menge dieses Minerals zu vermuthen, welcher das Eisenoxyduloxyd, die Kalkerde und die Magnesia zuzutheilen sein dürften. Von welcher Art kann aber der Feldspath sein? — Sollte er nicht, da er manchmal in erbsengrofsen Körnern vorkommt, mineralogisch bestimmbar sein? — Jeden Falls ist er sehr natronreich. Die bedeutende Menge Phosphorsäure könnte von Apatit herrühren, da dieser nicht selten in granitischen Gesteinen vorkommt. Hornig theilt sie dem Eisenoxyd zu; die Existenz dieser Verbindung ist aber eben so wenig zu begreifen, als die des Apatit, da sich im salzsauren Auszuge nur eine Spur von Phosphorsäure vorfand. Es scheint dieses Gestein besonders geeignet zu sein, mineralogische und chemische Studien zu machen. Solche Studien sind bei Gesteinen, welche Uebergänge bilden, allerdings sehr schwierig; man hat aber um so mehr Veranlassung, diese Schwierigkeiten so viel wie möglich zu überwinden; denn in solchen Gesteinen sind Verknüpfungen von Mineralien zu erwarten, welche im normalen Gesteine nicht stattfinden.

Die Vergleichung der quarzhaltigen Gesteine mit einander führt zu folgenden Resulten.

Die Zusammensetzung der Granite XIII, XXII, XXIII, XXIV, XXVII, XXVIII, XXIX und XXX hat in Beziehung auf ihren Gehalt an Kieselsäure und Thonerde die gröfste Aehnlichkeit mit den Trachytporphyren auf den *Ponza-Inseln* XXIX und XXX (S. 2202), so wie mit den trachytischen Gesteinen auf *Island* XLIII, XLIV, XLVI und XLVIII (S 2207). Auch

mit XLIX und L zeigt sich noch diese Aehnlichkeit; nur dafs in diesen die Kieselsäure etwas höher steigt und die Thonerde etwas mehr herabsinkt, als in den Graniten. Der Hauptunterschied zwischen den genannten Graniten und trachytischen Gesteinen besteht blofs darin, dafs in jenen das Kali stets mehr als das Natron, in diesen umgekehrt das Natron mehr als das Kali beträgt. Aus Nachstehendem

	Summe der Alkalien		
	Mittel	Maximum	Minimum
Granite	7,59	9,70	6,74
Trachytische Gesteine .	7,39	10,67	5,94

ergiebt sich indefs, dafs in Beziehung auf die Menge der Alkalien in beiderlei Gesteinen eine sehr nahe Uebereinstimmung statt findet. Die übrigen Bestandtheile, Eisenoxyd, Kalkerde und Magnesia, spielen in den Graniten, so wie in den trachytischen Gesteinen, eine gleich untergeordnete Rolle, und kommen daher kaum in Betracht.

Was ist nun die Ursache, dafs sich aus so ähnlichen Massen bald Granite bald trachytische Gesteine gebildet haben? — Wir können sie nur in dem relativen Verhältnisse der beiden Alkalien suchen. Im Granit ist Orthoklas, in trachytischen Gesteinen ist glasiger Feldspath der vorherrschende Gemengtheil. Beide Feldspathe enthalten Kali in gröfserer Menge als Natron; in ersterem ist aber Kali in mehr überwiegender Menge als in letzterem vorhanden. Die Bildung des Orthoklas, mithin eines Granit, aus einer vorwaltend Kali enthaltenden Masse, und die Gegenwart einer gröfseren Menge Kali und einer geringeren Menge Natron im Orthoklas, als in den Resultaten der Analyse ist daher leicht zu begreifen; denn der Oligoklas, welcher im Granit nur bisweilen zu fehlen scheint (S. 2205), nimmt eine bedeutend gröfsere Menge Natron als Kali in Anspruch.

Da der glasige Feldspath, wie der Orthoklas, stets mehr Kali als Natron enthält (S. 2188): so ist seine Bildung, mithin die eines trachytischen Gesteins, aus einer Masse, in welcher das Natron mehr als das Kali beträgt, nicht so leicht zu begreifen. Berücksichtigt man jedoch den eben angeführten Umstand, dafs in der Regel im glasigen Feldspath das

Kali nicht so sehr vorherrschend ist, als im Orthoklas: so kann man sich wohl denken, wie in einer Masse, worin das Natron vorherrscht, die Neigung zur Bildung eines weniger kalireichen Feldspath mehr, als die eines kalireicheren vorwalten werde. Dafs übrigens in trachytischen Gesteinen, in welchen die chemische Analyse mehr Natron als Kali nachweiset, neben glasigem Feldspath auch ein natronreicher Feldspath, entweder in erkennbaren Krystallen oder in der Grundmasse vorhanden sein müsse, wurde schon S. 2183 hervorgehoben.

Man könnte mit diesen Erklärungen zufrieden sein, wenn man das allgemeine Gesetz aufstellen könnte, dafs aus Massen von gleicher Zusammensetzung Orthoklas und Oligoklas herauskrystallisirten, wenn Kali, dagegen glasiger Feldspath und Oligoklas, wenn Natron vorherrschend ist. In den Graniten XXV und XXVI ist aber Natron und in den trachytischen Gesteinen XXXI, XLV, XLVIII (S. 2202 und 2207) Kali vorherrschend *).

Noch mehr verwickelt sich die Sache, wenn man die Granite XXV und XXVI mit der Trachytporphyr-Lava XXVIII vergleicht. Diese drei Gesteine haben eine überaus ähnliche Zusammensetzung, in allen dreien ist Natron gegen Kali vorherrschend, und die Summen beider Alkalien stimmen sehr nahe mit einander überein. Dafs die Gesteine XXV und XXVI wahre Granite sind, ergiebt sich aus ihrer mineralogischen Beschreibung (S. 2312); vom Gesteine XXVIII wird aber blofs berichtet (S. 2203), dafs es einem dichten Thonstein ähnlich ist. So viel scheint gewifs, dafs während der Erstarrung dieser Lava krystallinische Ausscheidungen nicht statt ge-

*) Das Obige zeigt abermals, von welcher grofser Wichtigkeit die genaue Scheidung der Alkalien ist, und wie sehr sich die Schlüsse ändern müssen, welche man aus den Analysen von Gesteinen zieht, in denen diese Scheidung ungenau war. Dafs in den Analysen bewährter Chemiker bedeutende Differenzen in Beziehung auf die relative Bestimmung der Alkalien statt finden, zeigt das *Baula*-Gestein (S. 2207), in welchem Forchhammer und Kjerulf Natron, Bunsen dagegen Kali vorherrschend fanden.

funden haben. Dafs sie aber hätten statt finden, dafs sich ein Granit wie XXV oder XXVI hätte bilden können, wenn auf diesem Wege die Bildung eines Granit möglich wäre, können die Plutonisten, welche eine solche Bildung für eine Wirklichkeit halten, nicht in Zweifel ziehen *). Ebenso wenig können aber auch wir die Möglichkeit bezweifeln, dafs eine solche Bildung im Laufe der Zeit auf nassem Wege erfolgen könne. Vielleicht dafs die in vorstehender Note erwähnten Feldspathkörner die Anfänge einer krystallinischen Metamorphose sind. Im Gesteine XXXI (S. 2203) schliefst ja Abich auf ein Gemeng von glasigem Feldspath und Orthoklas.

Die vorstehenden Bemerkungen hinsichtlich der Vergleichung der Granite mit den trachytischen Gesteinen auf den *Ponza-Inseln* haben auch Bezug auf *Island's* trachytische Gesteine. Sie sind ihrer Hauptmasse nach amorph (S. 2207), und nur in XLVII und XLIX zeigen sich Spuren von feldspathigen Aussonderungen. Also auch hier mufs man die Möglichkeit einräumen, dafs noch im Laufe der Zeit, je nach vorwaltendem Natron- oder Kaligehalt, theils krystallinisch-trachytische, theils krystallinisch-granitische Gesteine entstehen können.

*) Fr. Hoffmann (Poggend. Ann. Bd. XXVI. S. 42) führt dieses Gestein unter dem Namen „alte, stets nur steinartig matte Feldspath-Laven" auf. Am Eingange der *Fossa della Valle del Monte Guardia* fand er (ebend. S. 45) ein aus gelbbraunen, harten, fein porösen Bimssteinstücken gebildetes Conglomerat, welches sich in 1 bis 3 Zoll starke, rauhe Tafeln spaltete, und mitten darin ein ebenso gespaltenes Gestein, ein wahrer dichter blafs eisenrother Thonstein, ganz dem Thonsteine unserer Porphyre vergleichbar, und wie dieser voll von porphyrartig eingeschlossenen weifsen, glasigen Feldspathkörnern. Wahrscheinlich ist XXVIII dieses Gestein; Abich erwähnt aber diese Körner nicht. Was man aus denselben machen soll, ist schwer zu sagen. Sind diese Körner krystallinisch, wie in den Feldstein- und Thonstein-Porphyren? Soll das Beiwort „glasig" wirklich glasigen Feldspath, oder nur starken Glanz bezeichnen? Wahre Thonsteine und glasige Feldspathe sind schwer zu vereinigende Dinge; wahrscheinlich würde nur eine chemische Analyse hierüber entscheiden können.

Sollten jemals die Trachytporphyr-Laven zur krystallinischen Ausbildung kommen: so würde sich die überschüssige Kieselsäure ebenso ausscheiden, wie wir sie in den Graniten ausgeschieden finden. Die Quarzkrystalle in den Trachytporphyren deuten eine solche schon begonnene, aber noch nicht vollendete Ausscheidung an.

Da der Glimmer vorzugsweise Kali mit nur geringen Mengen Natron enthält: so wird eine amorphe Masse, in welcher Kali vorherrscht, mehr zur Bildung dieses Minerals geeignet sein, als eine solche, in der Natron vorherrscht. Auffallend ist es indeſs, daſs die Granite XXV und XXVI, in denen Natron vorherrscht, Glimmer in ziemlich bedeutenden Mengen enthalten. In solchen Graniten, in denen Orthoklas und Glimmer vorzugsweise Kali in Anspruch nehmen, muſs daher ein natronreicher Feldspath vorhanden sein, und in der That, XXV enthält Orthoklas und Oligoklas in ziemlich gleichen Mengen; XXVI enthält letzteren freilich mehr untergeordnet. In die Mischung des Glimmers gehen dann auch Eisenoxydul und Magnesia ein, und es bildet sich vorzugsweise Magnesiaglimmer, wenn letztere in entsprechender Menge vorhanden ist.

Von den Trachytporphyr-Laven ist es entschieden, daſs sie als feuerflüssige Massen auf die Oberfläche der Erde gekommen sind. Da sie nun in ihrer Zusammensetzung so sehr mit den Graniten übereinstimmen, und einen gleich hohen Kieselsäuregehalt besitzen: so ist die Möglichkeit nicht zu bezweifeln, daſs auch letztere als feuerflüssige Massen emporgetreten sein können. Die groſse Strengflüssigkeit des Granit, welche wir früher, als Analysen von Graniten noch nicht vorlagen, als ein Argument gegen ihre Bildung auf feuerflüssigem Wege beigebracht haben, verliert daher an seinem Gewicht. So wie aber die Trachytporphyr-Laven als amorphe Massen erstarrten, und als solche gröſstentheils noch jetzt erscheinen: so würden ohne Zweifel auch die geschmolzenen Massen, aus denen später Granite geworden wären, als amorphe Massen erstarrt sein. Wäre die Bildung des Granit auf feuerflüssigem Wege möglich: so würde man erwarten können, irgend eine kieselsäure- und kalireiche Lava zu finden, welche zu einem, wenigstens feinkörnigen Granit erstarrt wäre.

Wären die Trachytporphyr-Laven während oder nach ihrer Erstarrung zur krystallinischen Ausbildung gekommen, oder kämen sie noch in späteren Zeiten zu dieser Ausbildung: so würden ohne Zweifel eben so strengflüssige Gesteine entstanden sein oder noch entstehen, als die Granite sind; denn es würden sich aus ihnen ebenso bedeutende Massen Quarz ausgesondert haben, als sich in den Graniten finden. Die Kieselsäure ist aber, so lange sie an Basen gebunden ist, bei weitem nicht so strengflüssig, als wenn sie als Quarz in einem Gesteine enthalten ist. Es gilt hier das allgemeine Gesetz, dafs die Schmelzbarkeit homogener Massen sich bedeutend ändert, wenn ihre Bestandtheile, in Folge von Statten gegangener chemischer Processe, verschiedenartige Verbindungen eingehen, oder mit anderen Worten, wenn amorphe Massen in krystallinische übergehen. Wohl in den meisten Fällen werden die Massen durch eine solche Metamorphose strengflüssiger. Zum Schmelzen eines Granit ist daher eine gröfsere Hitze erforderlich, als zum Schmelzen einer, aus denselben Bestandtheilen und in denselben Verhältnissen bestehenden, aber amorphen Masse, und um so mehr wird diese Strengflüssigkeit zunehmen, je grobkörniger die Granite geworden sind. Die Lava des *Vesuv* zeigt diese Verhältnisse recht deutlich. Zu ihrem Wiederschmelzen, nachdem sich aus ihr der äusserst strengflüssige Leucit ausgesondert hat, würde gewifs eine viel gröfsere Hitze erforderlich sein, als diejenige war, mit welcher sie aus dem Krater ausgeflossen ist (S. 2300).

Von den Syeniten liegen viel zu wenig Analysen vor, um ihre Zusammensetzung mit der der Granite vergleichen zu können. Dafs die quarzfreien Syenite viel weniger Kieselsäure als die Granite enthalten müssen, ist von selbst klar. Ist in den Syeniten mehr Hornblende, als in den Graniten Glimmer enthalten: so wird auch dadurch der Kieselsäuregehalt herabgedrückt. Wegen der Gegenwart der Hornblende in den Syeniten mufs in denselben die Kalkerde und die Magnesia bei weitem mehr als in den Graniten betragen. Sehr nahe kommt der Zusammensetzung der Syenite die mehrerer trachytischer Gesteine im Hochlande *Armenien's* (S. 2210).

In diesen ist auch hier und da Hornblende mineralogisch nachgewiesen.

Die Feldsteinporphyre schliefsen sich den Graniten so innig an, dafs man beide Classen von Gesteinen als chemisch identisch betrachten kann. Die Granulite erscheinen gewisser Maafsen als Granite mit grossem Quarzgehalte.

Die Parallele, welche S. 2308 zwischen Thonschiefer und Granit gezogen wurde, gilt auch für andere quarzhaltige Gesteine und namentlich für die Feldsteinporphyre. Wenn die Thonschiefer meist ärmer an Alkalien sind, als die granitischen Gesteine: so weisen auf der andern Seite Hunts Analysen der unteren silurischen Schiefer von *St. Nicolas*, südlich von *St. Lawrence* bei *Quebec* *) einen Gehalt von 3,67 Proc. Kali und 2,22 Proc. Natron nach, welcher dem der Granite (S. 2310) so nahe kommt, dafs eine Umwandlung solcher Schiefer in granitische Gesteine, namentlich in einen Gneifs, der mit dem Thonschiefer die Schichtung gemein hat, sehr leicht gedacht werden kann.

Studer's**) unermüdliche geognostische Untersuchungen liefern viele Thatsachen, welche die innige Verknüpfung zwischen Kalksteinen und Gneifs oder Granit in den Alpen der *Schweiz* nachweisen. Im *Val Pellina* ist der, meist in weifsen Marmor übergegangene Kalkstein oft gemengt mit Glimmer, Granat und Quarzkörnern, und dann leicht mit Granit oder Gneifs zu verwechseln. Streifen von Gneifs, Syenit und Marmor greifen regellos in einander ein. Im *Val Vaira* findet sich ein, mit Glimmer und Quarz gemengter körniger Kalkstein, verwachsen mit Gneifs-Streifen. Zwischen diesem Puncte und dem *Val Vedro* ist eine Kalkmasse ebenso, wie die merkwürdigen Keile des *Mettenberg* (Bd. II. S. 352), des *Wetterhorn* und *Laubstock*, im *Berner Oberlande*, in dem Gneifs eingeklemmt; nur ist dort der Kalk vollständig in Marmor umgewandelt. Ein wiederholter Wechsel weifsen Marmors mit Gneifs zeigt sich an verschiedenen Stellen.

In der Centralmasse des *Finsteraarhorn*, wo der Alpen-

*) Philos. Mag. Sec. IV. T. VII. P. 233.

**) Geologie der Schweiz 1851. Bd. I. S. 380 ff.

granit am mächtigsten auftritt, zeigt sich am nördlichen Rande ein auffallendes Uebergreifen und Eingreifen der Quarzite und Gneifse in das Kalksteingebirge. Bei *Gasteren* oberhalb *Kumialp* wechseln horizontale, vom östlichen Gneifsgebirge ausgehende Gneifs-Streifen mit Streifen dolomitischen Kalksteins und Quarzits, welche mit dem Kalkgebirge des *Balmhorn* in Verbindung stehen. Unterhalb *Gadmen*, an der *Schaftelen*, kommen im Gneifs Nester von Marmor mit Quarz gemengt vor.

Denkt man sich, sagt Studer *), alle Kalkmassen vom *Val Vaira*, *Algaby*, *Veglia*, *Dever* und *Crevota* vereinigt: so stellen sie sich dar als eine zersprengte, mächtige Linse, deren noch vorhandener mittlerer Theil horizontal liegt, während der Rand nach allen Richtungen unter die hohen Gneifsgebirge einsinkt und in denselben sich auskeilt. Unter dem Gneifs, der überall das Liegende des Kalksteins bildet, taucht im *Val Vedro* Granit auf; man könnte daher in demselben den Sitz der Kraft suchen, welche die Kalklinse zersprengt habe. Studer fand indefs wiederholt, dafs die Thalbildung mit dem Auftreten von Granit und Gneifs in keinem Zusammenhange steht, und in der Regel ein späteres Ereignifs ist. In der ganzen Ausdehnung der Alpen in *Tessin* ist ferner der Granit so enge mit dem Gneifs verbunden, dafs man unmöglich beide Gesteine von einander trennen kann.

Die Umwicklung des Kalksteins durch Gneifs und die gegenseitige Durchdringung beider Gesteine beweisen, dafs die Epoche der äusseren Begrenzung der Kalklinse, und wohl auch der Umwandlung des Kalksteins in Marmor und Dolomit mit der Gneifsbildung selbst zusammenfallen mufs. Wie der Marmor, so ist der Dolomit im Gneifs und auch im Glimmerschiefer eingelagert: so in *Veglia*, *Val Canaria* u. s. w.

Die mannichfaltigen Biegungen und Verschlingungen der Kalk- und Schiefer-Lager an den Felswänden der *Atels* und des *Doldenhorn*, so wie die Umwandlung der untersten Lager in Marmor und dolomitschen Kalk hält Studer für offenbare Beweise, dafs hier, wie in *Savoyen*, das Kalkgebirge früher da war, als der unter ihm hervortretende Granit. Unter dem

*) A. a. O. S. 390.

Gipfel der *Jungfrau*, der aus Gneifs-Granit besteht, dringen horizontale Lager, vom Kalkgebirge ausgehend, in den Granit. Diese Kalklager sind zum Theil unverändert, zum Theil in weifsen oder bunten, durchscheinenden Kalkstein oder in dolomitischen Kalk umgewandelt. Diese Umwandlungen erstrecken sich aber nie weit hinein, und nahe an der Contactfläche zwischen beiden Gesteinen findet man wenige Linien dicke Kalkschiefer mitten im Granit, welche keine Spur plutonischer Einwirkung zeigen. Alle diese Erscheinungen führen Studer zu der Annahme, dafs der Kalkstein durch den teigartig hervorgetretenen Granit theils gehoben, theils in seiner Lagerung verschoben worden sei. Aber, fügt er hinzu, eine dem Schmelzpuncte der Bestandtheile des Granit gleich kommende Temperatur scheint nicht eingewirkt zu haben; denn der in eine glühende Granitmasse eingewickelte Kalkstein hätte bis in seinen innersten Kern geschmolzen und in krystallinischen Kalkstein umgewandelt werden müssen.

Den Erfahrungen und Ansichten eines so umsichtigen und ausgezeichneten Geognosten, wie Studer, einen Commentar hinzufügen zu wollen, erscheint überflüssig. Seiner Ansicht, dafs die Umwandlung des Kalksteins in Marmor und Dolomit mit der Gneifsbildung zusammenfallen mufs, können wir nicht anders als vollkommen beistimmen. Wollen wir aber auch für einen Augenblick die Umwandlung in Marmor, da sie blofs eine Form-Veränderung ist, für eine durch Hitze erfolgte zugeben: so kann diefs doch in keinem Falle auf die Umwandlung in Dolomit, welche den Zutritt von kohlensaurer Magnesia zur kohlensauren Kalkerde fordert, ausgedehnt werden. Kann man den Gneifs nicht vom Granit trennen, haben die Gründe, welche Studer gegen die Annahme einer glühenden Granitmasse beibringt, Gültigkeit (und Niemand kann daran weniger zweifeln als wir): so kann ebenso wenig eine glühende Gneifsmasse angenommen werden. Wäre daher, wie sich Studer consequenter Weise wohl denken mag, der Gneifs, wie der Granit, teigartig eingedrungen: so hätte es gleichfalls nur ein wässriger Teig sein können. Durch den Gneifs hätte aber keine Umwandlung des Kalksteins in Dolomit erfolgen können, wenn man nicht in willkührlichen Voraussetzungen so weit gehen wollte, dafs der Gneifs teig-

artige kohlensaure Magnesia mit sich geführt und dieselbe an den kohlensauren Kalk abgetreten habe.

Das Vorkommen des Feldsteins in Formen von Kalkspath (Bd. II. S. 312) *), zeigt die Möglichkeit einer Verdrängung des Kalksteins durch Feldspath.

Volger **) beschreibt eine Stufe vom *St. Gotthard*, in welcher Adular und Kalkspath innigst mit einander verknüpft sind; Adular-Substanz setzte sich in den Blätterdurchgängen des Kalkspath ab, und nun, nachdem letzterer verschwunden ist, stellen die hohlen Räume der porösen Substanz kleine Kalkspath-Rhomboëder dar. An einer Stelle fehlte ein Eck des Adularkrystalls, die Bruchfläche erschien porös, theilweise erkannte man rhomboëdrische Hohlräume, und neben dieser Bruchfläche zeigte der Adular einen ganz deutlichen Rhomboëder-Eindruck. Er schliefst hieraus, dafs der Adular den Kalkspath verdrängte, und dafs dieselbe Flüssigkeit, welche diesen fortführte, jenen abgesetzt hat. Der kohlensaure Kalk scheint nicht weit fortgeführt worden zu sein; denn zwischen den Blättern des benachbarten Chlorit finden sich, in Gesellschaft mit kleinen Adularkrystallen, sehr zahlreiche kleine, weifse Kalkspathkrystalle, welche ganz frisch sind, und eine ganz andere Gestalt haben, als jener theilweise zerstörte, dem Ankerit ähnliche Kalkspath ***), dessen kohlensaures Eisenoxydul in Eisenoxydhydrat umgewandelt wurde.

Volger †) fand ähnliche Erscheinungen auch an anderen Stufen vom *St. Gotthard*. So zeigten sich in einem Kalkspath, dessen Eisenoxydul die eben erwähnte Umwandlung erlitten hatte, einige Kern-Individuen in ihrem Innern völlig porös und von Feldspath-Kryställchen (Periklin) erfüllt,

*) Eine ähnliche Pseudomorphose führt Blum (Nachtrag II. S. 103) später an. Der Fundort dieser ist der *Pöhler Stollen* oberhalb *Wildenthal* bei *Eibenstock* in *Sachsen*; der Fundort der früher von ihm beschriebenen Pseudomorphose scheint derselbe zu sein.

**) Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien u. s. w. 1854. S. 150 ff.

***) Der Ankerit besteht bekanntlich aus den Carbonaten von Kalk, Magnesia, Eisenoxydul und zum Theil von Manganoxydul.

†) N. Jahrbuch für Mineralogie 1854. S. 292.

die grofsen Theils so vereinzelt lagen, dafs man nur ein Tröpfchen Säure in die Nähe zu bringen brauchte, um ihnen ihre Unterlage zu entziehen; der Kalkspath existirte daher vor der Bildung des Feldspath und nicht umgekehrt dieser vor jenem.

In Gesteinen dieser Art tritt auch amorpher Quarz, welcher von sehr später Bildung zu sein scheint, auf, sie werden dann dem Gneifs sehr ähnlich. Zwar fehlt der Glimmer; de Saussure *) hob aber schon hervor, dafs dieses Mineral in den Gneifsen und Graniten der Alpen häufig sehr zurücktritt, selbst fehlt und durch grüne Chloriterde ersetzt wird. Auch Kalk zeigt sich in diesen Gesteinen. So kommt, nach Engelhardt **), an der *Feegletscher Alp* ein eigenthümlicher, sehr schöner, weifser, etwas kalkhaltiger Gneifs vor, welcher mit grünlichem kalkigem Glimmer und rothen Granaten ganz durchsäet ist. Saussure ***) erwähnt zahlreiche gneifs- und granitartige Gesteine, in welchen Kalkspath die Stelle des Feldspath vertritt.

Diesen Beobachtungen fügt Volger die Beschreibung eines Gesteins von der *Sella* †) hinzu, welches aus vorherrschenden Periklinkörnchen und eisenhaltigem Kalkspath besteht, in welchem sehr viele Glimmer- und Chlorit-Blättchen vorkommen, und da hervorragen, wo vom Kalkspath nur noch Reste vorhanden sind. Ihre Tafel-Ebene befindet sich stets in der Ebene einer der Spaltbarkeits-Lagen des Kalkspath; aber auch ihr Umrifs ist bisweilen durch die beiden anderen Spaltbarkeits-Lagen bestimmt, so dafs ausgezeichnet deutliche rautenförmige Blättchen zum Vorschein kommen. Da sie sich in verschiedenen Spaltungs-Richtungen befinden: so stehen sie winkelig gegen einander, und die gleiche Anordnung der Glimmerblättchen zeigt sich auch an denjenigen Stellen des Gesteins, wo die Kalk-Partikelchen ganz verschwunden und Periklin-Körnchen an ihre Stelle getreten sind. Volger hält diefs mit Recht für einen neuen und nicht un-

*) Voyage dans les Alpes etc. Edit. IV. T. IV. §. 2042 und an anderen Stellen.

**) Das Monte-Rosa- und Matterhorn-Gebirge S. 65.

***) A. a. O. Bd. II. S. 390 und Cap. 38.

†) N. Jahrbuch S. 281 ff.

wichtigen Beweis für die ursprüngliche Existenz von Kalkspath an solchen Stellen und für die spätere Bildung des Periklin. Auch auf der Drusen-Fläche sitzen Periklinkrystalle an einigen Glimmerblättchen, welche theilweise noch im Kalkspath stecken, und erst durch das Verschwinden desselben theilweise entblöfst worden sind. Am *St. Gotthard* sind ganz allgemein die Carbonate älter als die Silicate.

Die vorstehenden sorgfältigen Beobachtungen Volger's führen zu bedeutungsvollen Resultaten. Sie zeigen, wie kohlensaurer Kalk nach und nach verdrängt werden, und Feldspath, Quarz und Glimmer an seine Stelle treten kann. Aus einem Kalkstein kann daher ein Granit oder Gneifs werden. An einer besonders characteristischen Stufe wies er nach, dafs der vollendete Metamorphismus eines eisenhaltigen Kalksteins mit Hornblendebüscheln in ein Gestein von Feldspath, Chlorit und Rutil wirklich statt gefunden hat.

Kein Gestein kann Verdrängungs-Processen mehr ausgesetzt sein, als der Kalkstein; denn 28 Mineralien kommen in Formen von Kalkspath vor. Alle kieseligen Substanzen, Quarz, Hornstein u. s. w. finden sich in Formen von Kalkspath (Bd. II. S. 1299); sie können daher kohlensauren Kalk verdrängen. In der Schlucht von *St. Ullrich* ist der dunkle kalkige Schiefer, voll von Halobia Lommeli (S. 1011), in einen festen Hornstein umgewandelt. Das von Studer angeführte Eingreifen des Quarz in den Kalkstein zeigt den einfachsten Fall einer Verdrängung der kohlensauren Kalkerde durch Kieselsäure.

Ohne zu grofsartigen Metamorphosen Zuflucht zu nehmen, lassen sich die verwickelten Erscheinungen im Wechsel sedimentärer Gesteine mit krystallinischen in den Alpen durchaus nicht erklären, und Niemand fühlt diefs mehr als Studer. Führt aber jeder Versuch, sich plutonische Metamorphosen zu denken, auf unbesiegbare Widersprüche: so bleibt nur die Annahme wässriger Metamorphosen übrig. Wir sehen, wie sowohl in Umwandlungs- als in Verdrängungspseudomorphosen bald die Veränderung von aussen nach innen, bald von innen nach aussen von Statten geht, und daher bald hier bald dort noch Reste des ursprünglichen Minerals sich finden. Als Folge dieser Veränderungen treten Veränderun-

gen im Volumen ein: es bilden sich hohle Räume oder es erweitert sich die ursprüngliche Masse. Was in einzelnen Mineralien geschieht, mufs auch in Gebirgsgesteinen, welche aus solchen Mineralien bestehen, geschehen, wenn diese denselben Einflüssen wie jene ausgesetzt sind. Denkt man sich nun ein Kalkstein-Lager, welches von Gewässern, Kieselsäure enthaltend, während langer Zeiträume ununterbrochen fort, ganz gleichmäfsig durchdrungen wird: so ist nichts leichter zu begreifen, als dafs durch Verdrängung der kohlensauren Kalkerde das ganze Gestein nach und nach eine Quarzmasse wird. Wird der Kalkstein ungleichmäfsig von den Gewässern durchdrungen, stellen sich denselben hier oder da Hindernisse entgegen: so wird die Verdrängung der kohlensauren Kalkerde nur partiell sein; es bleiben Reste von kohlensaurer Kalkerde zurück, wie man solche auch in manchen Pseudomorphosen von Quarz in Formen von Kalkspath, wie unter anderen in denen, welche auf den Erzgängen zu *Przibram* in *Böhmen* vorkommen, findet. Wird, wie es wohl meist geschehen mag, von der kohlensauren Kalkerde mehr fortgeführt, als Kieselsäure an die Stelle tritt: so senken sich die ursprünglichen Lager; wird hier mehr dort weniger fortgeführt: so senken sie sich ungleichförmig: es entstehen Umbiegungen und die mannichfaltigsten Formen, wie sie sich in den entblöfsten Profilen der Alpen so häufig darbieten.

Was beispielsweise von der Verdrängung der Kalksteine durch Quarz bemerkt wurde, gilt auch von ihrer Verdrängung durch Feldspathmasse. Finden beide Verdrängungen gleichzeitig statt: so begreift man, wie die Hauptgemengtheile des Gneifs an die Stelle der kohlensauren Kalkerde treten können, und dafs diefs wirklich geschehen ist, zeigen Studer's und Volger's Untersuchungen. Können die Plutonisten solche Verdrängungen nicht läugnen, denken sie aber hierbei an plutonische Einflüsse: so sind sie mit Physikern zu vergleichen, die, Aristoteles zu Liebe, jetzt noch das Aufsteigen des Wassers in den Saugpumpen einem, der Natur angedichteten horror vacui zuschreiben wollten.

Wer aber seine Augen nicht absichtlich verschliefst, der wird, wenn er gezwungen ist, Umwandlungen des Kalksteins in Gneifs durch Verdrängung zuzugeben, noch weniger an-

stehen, eine Umwandlung eines Thonschiefers in Gneifs durch einen blofsen Act der Krystallisation auf nassem Wege anzunehmen.

Werden Granite, so wie alle, theils krystallinische, theils sedimentäre quarzhaltige Feldspathgesteine nach und nach mechanisch und chemisch zersetzt: so zerfallen sie wesentlich in Thon und Quarz. Der Thon wird von den Gewässsern am weitesten fortgeführt und kommt daher am meisten vom Orte seines Ursprungs entfernt, zum Theil erst im Meere zum Absatze. Der Quarz aus feinkörnigen Graniten zerfällt in Sand, der nur zur Fluthzeit der Flüsse fortgeschoben wird und erst nach längerer Zeit in das Meer gelangt. Der Quarz aus grobkörnigem Granit und aus Quarzgängen entfernt sich nur wenig vom Orte seines Ursprungs; aber selbst die gröfsten Blöcke sind der mechanischen Zerstörung durch die abreibende Wirkung der schwebenden Theile der Flüsse ausgesetzt, und die feinsten von ihnen abgeriebenen Theile werden gleichfalls schwebend fortgeführt. Was daher in quarzhaltigen Gesteinen in innigster Berührung war, sondert sich mehr oder weniger durch den grofsen Schlämmprocefs der Flüsse und setzt sich theils in den Flufsbetten, theils im Meere meist in abgesonderten Schichten ab.

Dafs der Feldspath in den seltensten Fällen in Thonerdesilicate mit gänzlicher Ausscheidung der alkalischen Silicate zersetzt wird, zeigen die Analysen der schwebenden Theile der Flüsse, so wie der Thonschiefer, Schieferthone, Thone und Kaoline. Eben diese Analysen zeigen, wie aus diesen Absätzen durch metamorphische Processe wieder krystallinische Gesteine entstehen können.

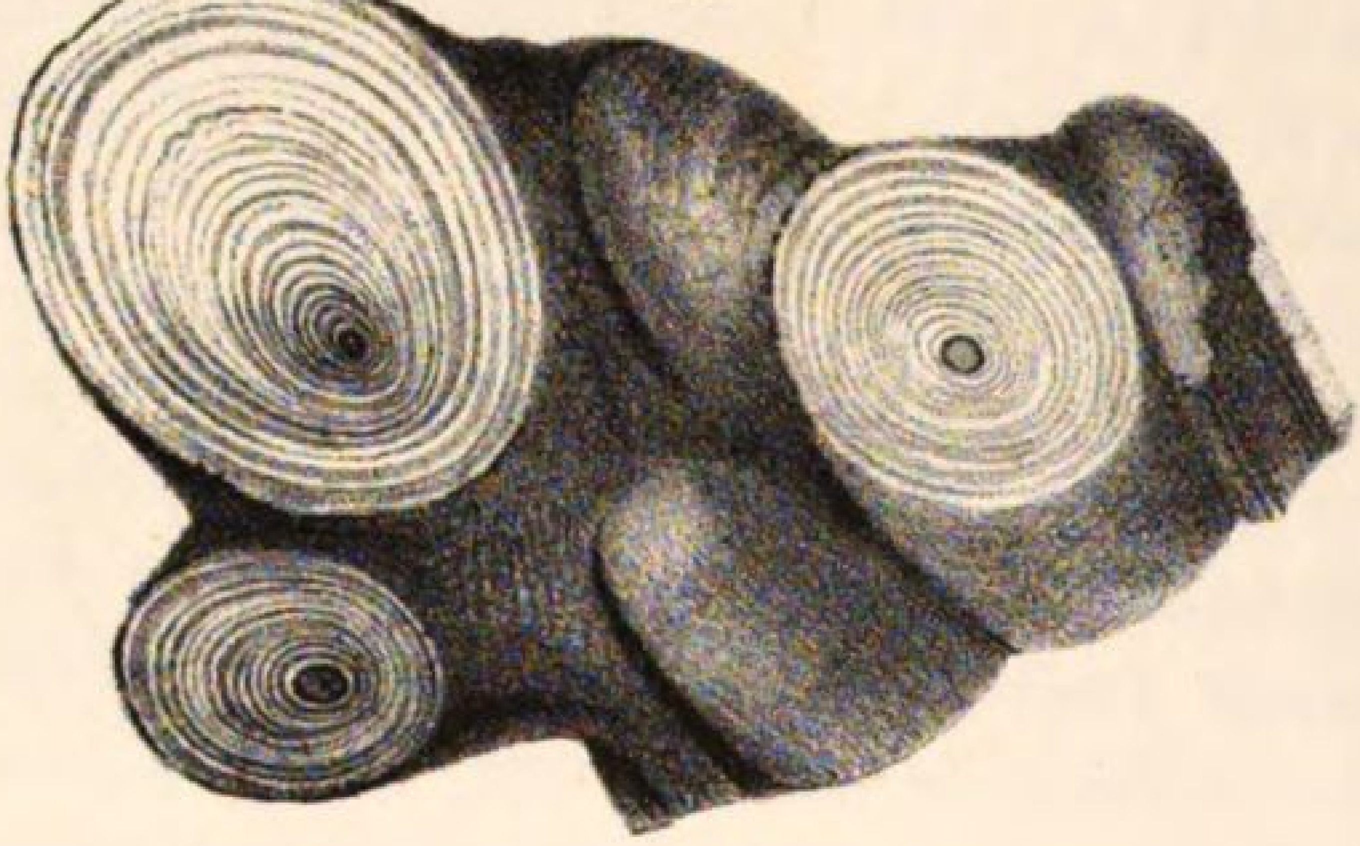
Wir haben Bd. II. S. 12 die Frage aufgeworfen, ob auch im unorganischen Reiche, wie im organischen, ein Kreislauf stattfindet, ob je aus den Elementen der zerstörten krystallinischen Gesteine wieder neue krystallinische Bildungen hervorgehen u. s. w. Diese Frage wurde damals, wo wir die grofsartigen Metamorphosen in der unorganischen Natur noch nicht in ihrem ganzen Umfange überblicken konnten, mit einiger Unsicherheit beantwortet.

Die eben und an so vielen anderen Stellen des zweiten Bandes dieses Werkes gegebenen Andeutungen setzen es aber

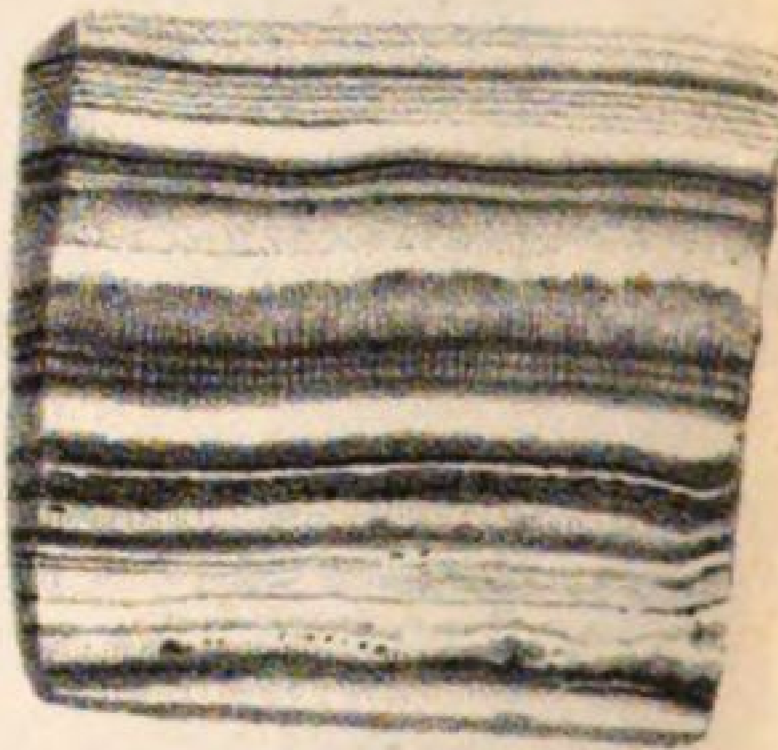
ausser allen Zweifel, dafs die ganze Reihe der uns bekannten sedimentären und krystallinischen Gesteine fortwährenden Metamorphosen unterliegen. Was in den schwebenden und aufgelösten Theilen dem Meere zugeführt wird, und hier zum Absatze kommt, kann nach langen Zeiträumen wieder ein krystallinisches Gestein werden, welches dieselbe Metamorphose durchläuft. Die Sonderung des dem Meere zugeführten Quarzes scheint aber eine absolute zu sein; denn aus den Sandbänken können durch hinzutretende Bindemittel nichts anderes als Sandsteine werden, welche nach ihrer Zersetzung wiederum Quarzsand geben. Die wesentlich aus Feldspath bestehende Masse, welche nach chemischer und mechanischer Zersetzung granitischer Gesteine und ihrer Zusammensetzung entsprechender Thonschiefer- und Grauwackengesteine übrig bleibt, enthält indefs Kieselsäure genug, um durch ihre theilweise Zersetzung abermals Kieselsäure zur Ausscheidung zu bringen, wie die Quarzgänge und Quarzadern im Uebergangsgebirge zeigen.

Damit ist in Uebereinstimmung die fortwährende Bildung von Sandsteinen in der ganzen grofsen sedimentären Periode, und die in der Jetztzeit noch fortdaurende Fortführung des Quarzsandes durch die Flüsse. Können wir in unseren geologischen Forschungen überhaupt nur bis zum Uebergangsgebirge und zu den Urthonschiefern zurückgehen: so hält es nicht schwer, alle diese Quarzbildungen von der Zersetzung dieser Formationen abzuleiten. In den krystallinischen und sedimentären Gesteinen, in welchen wir blofs basische Silicate finden, sind die durch fortwährende Ausscheidung von Kieselsäure frei gewordenen Basen zu suchen.

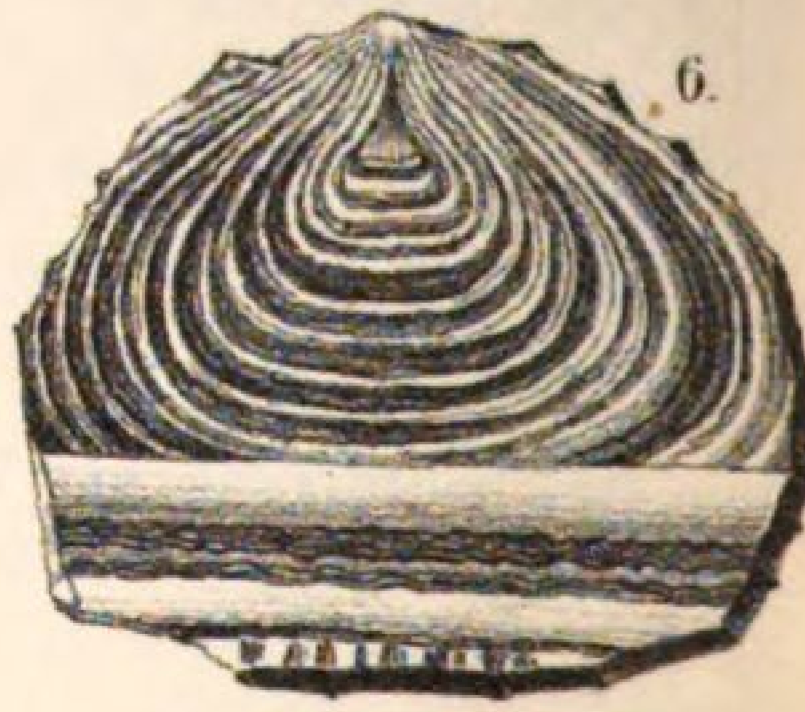
1.



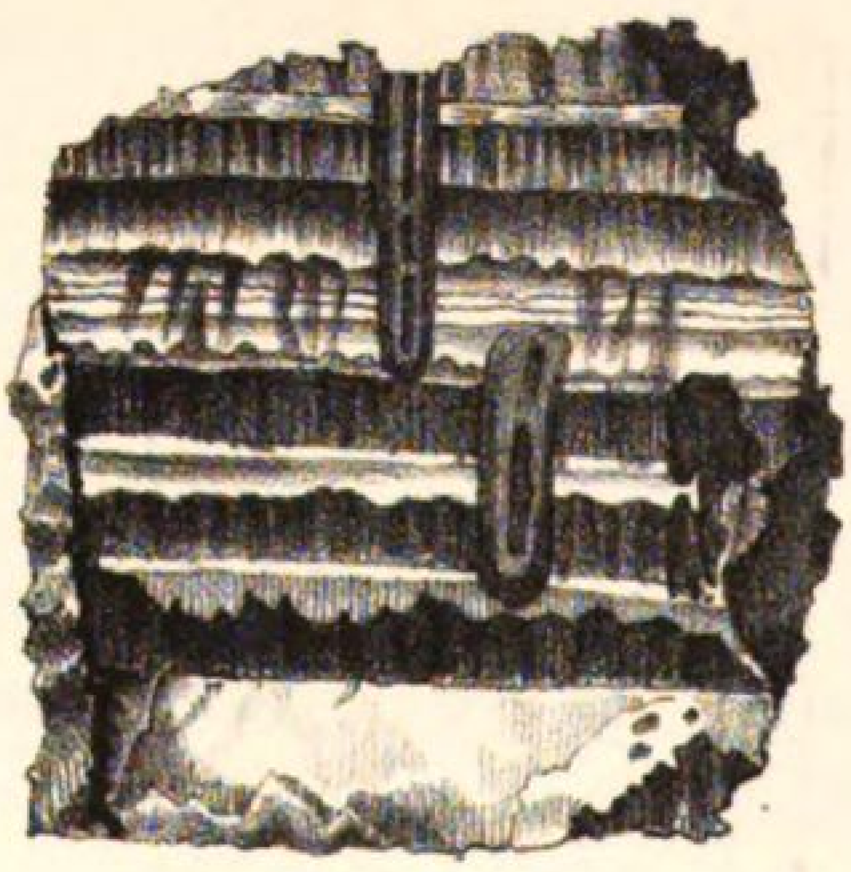
2.



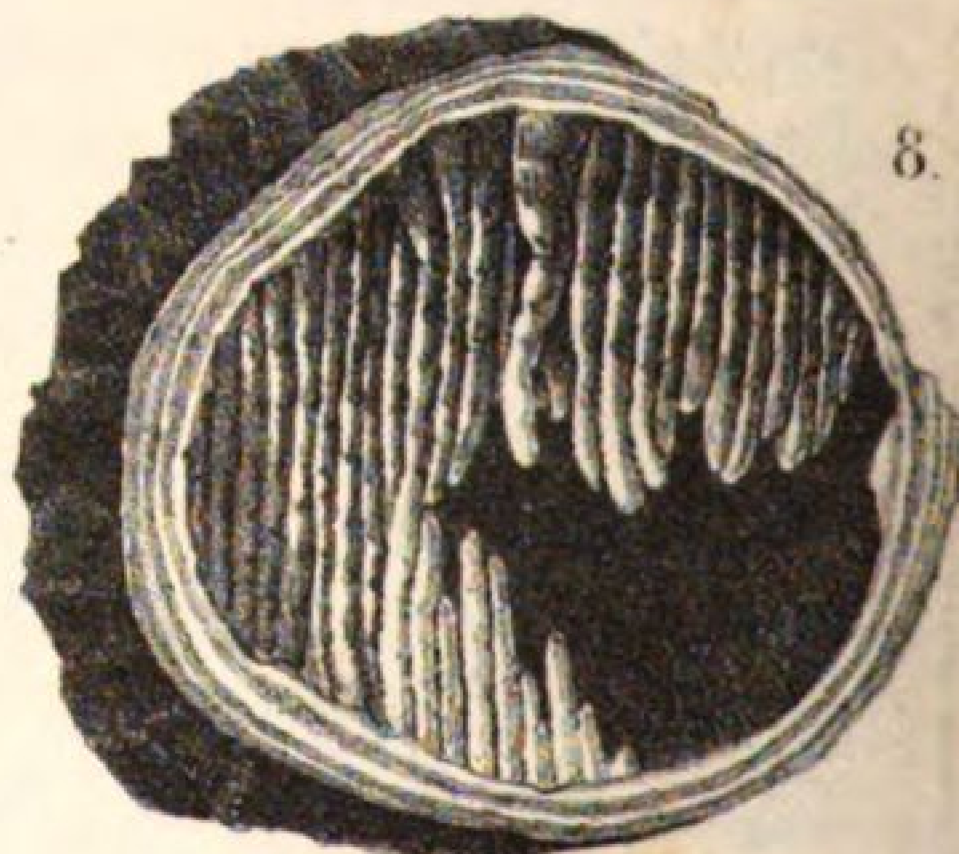
6.



7.



8.



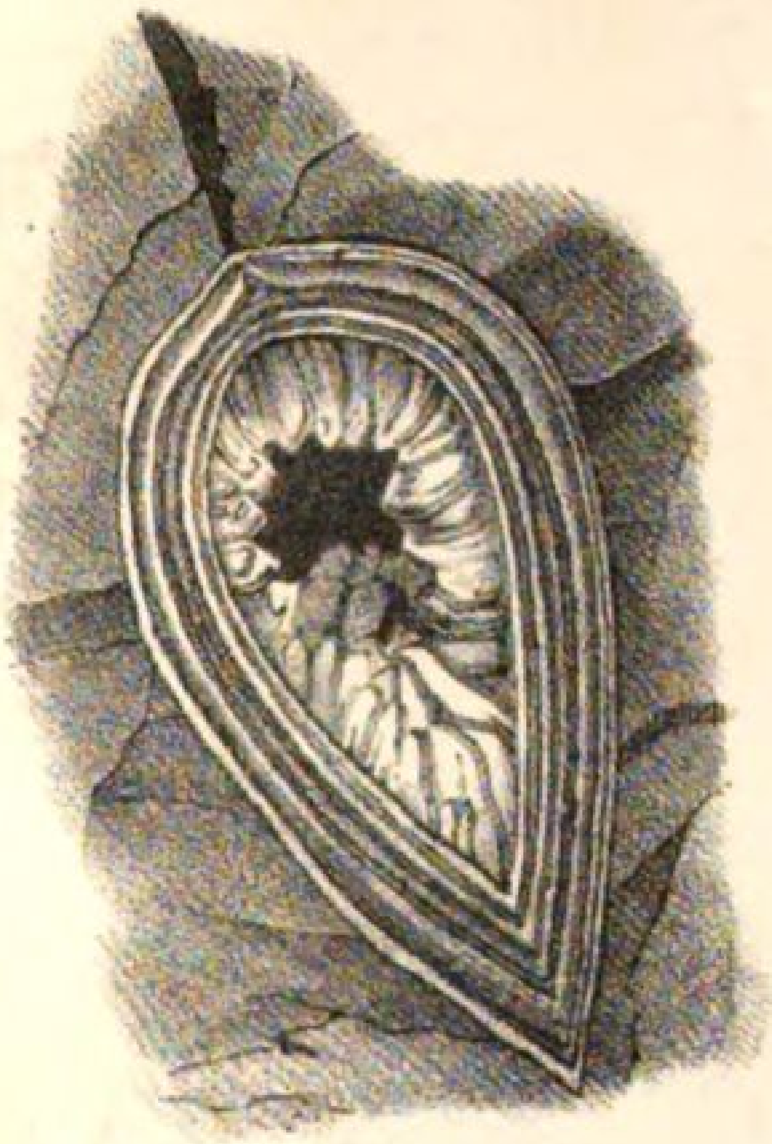
10.



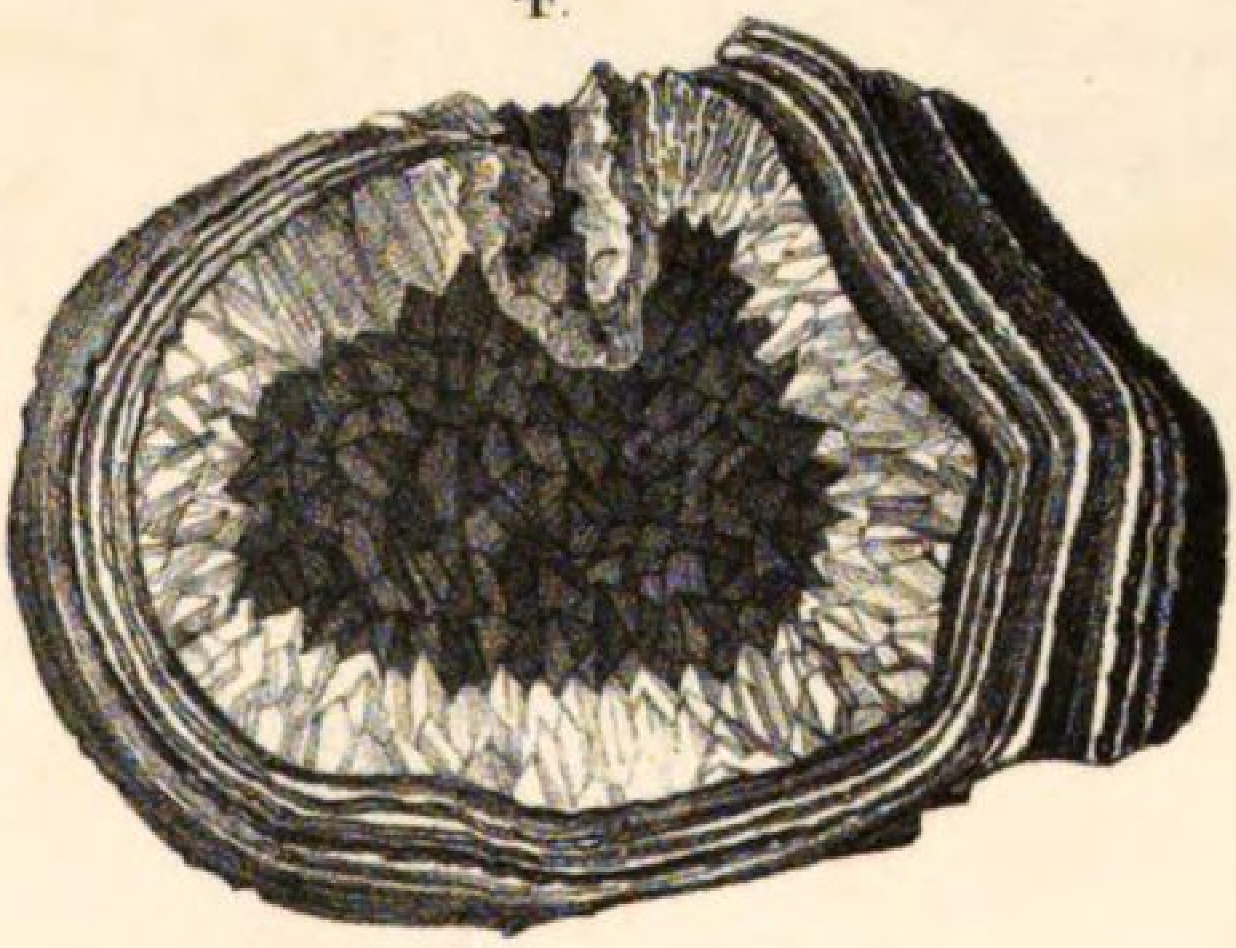
9.



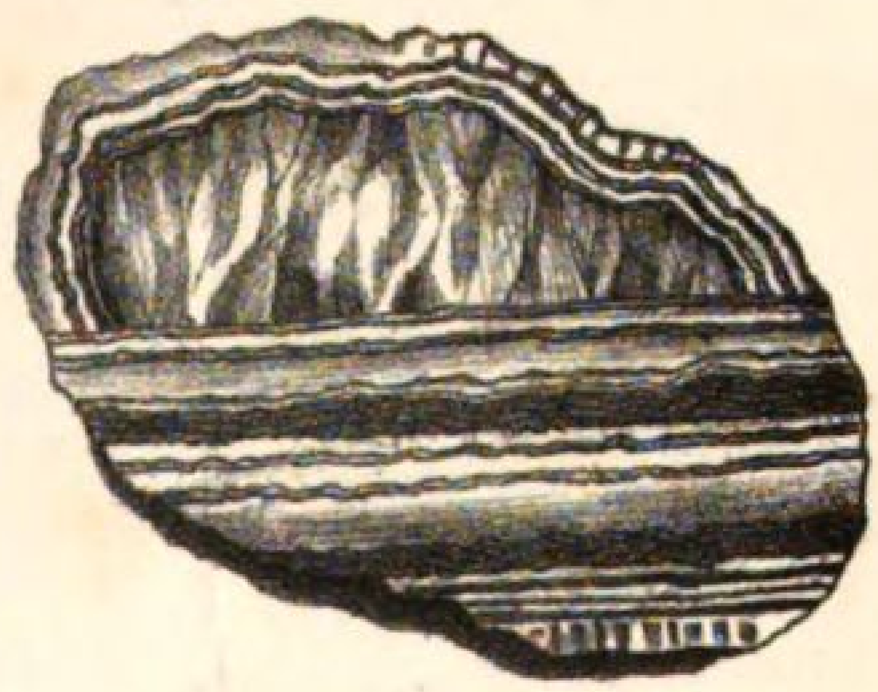
3.



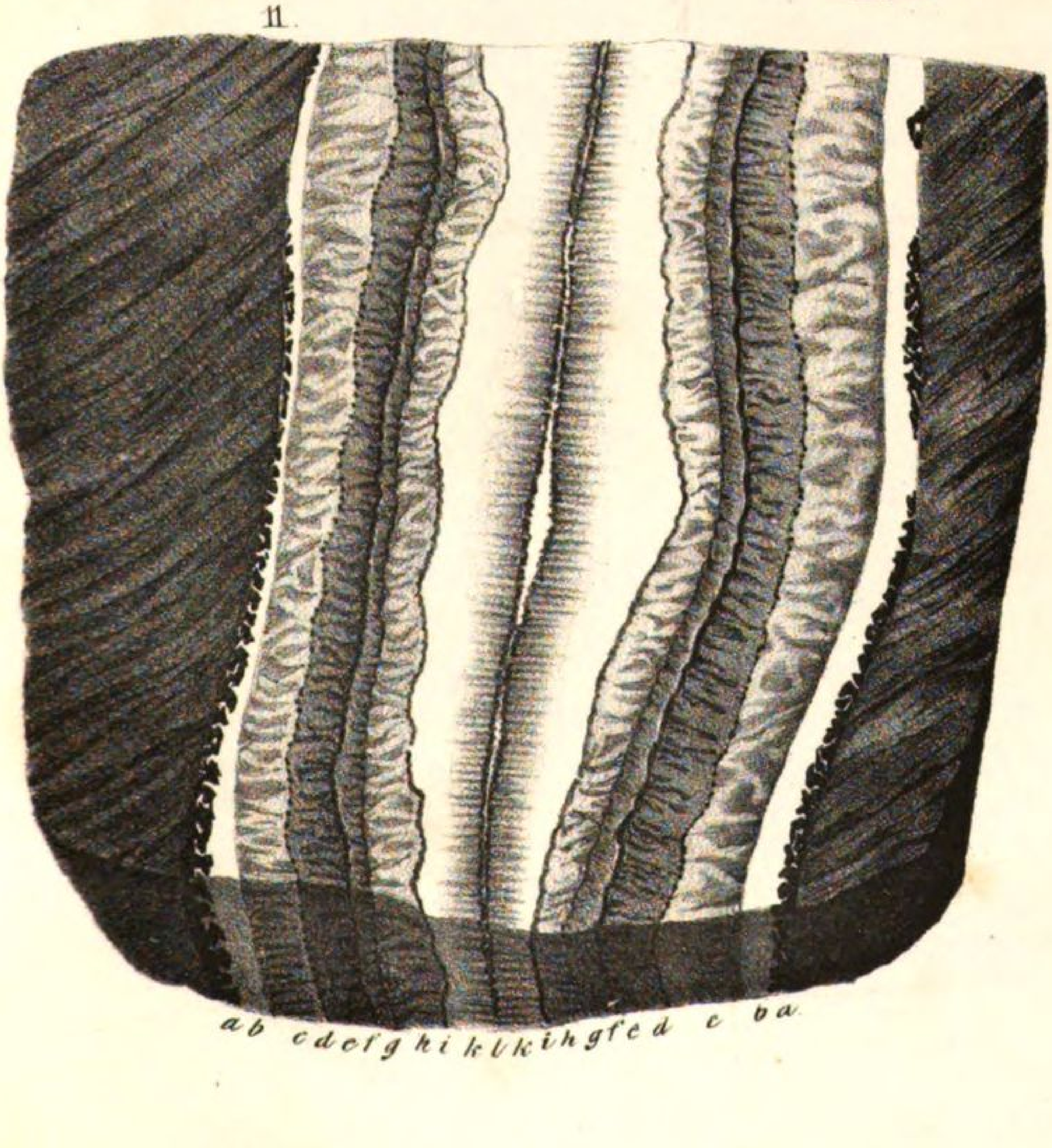
4.



5.



11.



A. Namenregister.

A.

Abel II. 1698.
Abendroth II. 1940.
Abich I. 395, 396, 397, 411, 429, 464, 531, 834; II. 145, 291, 666, 669 ff., 909, 919 ff., 1114, 1164, 1543, 1748, 1802, 1891, 2038, 2146, 2176, 2181, 2189, 2197, 2202, 2205, 2210, 2213, 2214, 2215, 2216, 2223, 2224, 2228, 2231, 2232, 2233, 2234, 2240, 2252, 2296, 2298, 2341.
Acosta II. 2195.
Adler I. 179; II. 2085.
Aimé II. 1131, 1133, 1569.
Aisne II. 2085.
v. Alberti I. 537; II. 1106, 1673, 1685, 1709.
Alger F. II. 1401.
Althans II. 684.
v. Amar II. 1269, 1299, 1300, 1309.
Amelung II. 1655, 1945.
Andréossy II. 1543.
Anglada I. 309, 663.
Anker II. 308, 439, 2025.
Anthon II. 1968, 1975, 1976, 1977, 1978, 2038.
Apjohn I. 743; II. 1542, 1940.
Arago I. 38, 59, 62, 63, 70, 185; II. 57.
d'Arcet II. 1543.
Ardiuno II. 1099.
Arfwedson I. 424, 436, 448, 468; II. 362, 364, 367, 853, 1908, 1931, 2009, 2288, 2291.
Ashlay II. 1515.
D'Aubuisson I. 366; II. 34, 991, 992.
Audourd II. 2081.
Auerbach II. 666.
Autenrieth II. 1267.
Avdeëff II. 624, 2173.
Awdejew II. 1903, 2052, 2288, 2292.

B.

Backs II. 1551.
Baer II. 1762, 1765, 1766, 1769, 1891, 2007.
Bahr II. 2076.
Bailey, J. W. II. 1629, 1641.
Bakewell, Rob. I. 47, 919.
Bald II. 1748.
Baldassani I. 651.
Barclay II. 128.
Barrow II. 1575.
Barruel I. 935, 936; II. 163.
Bartels I. 751.
Bauer II. 344, 1502.
Baur II. 1611. 2081.
Baumann II. 1494.
v. Baumhauer, E. H. II. 79.
Baveno II. 2171.
Beaufort I. 972.
De Beaumont, Elie I. 46, 47, 299, 574; II. 153, 629, 1109, 1117, 1715, 1821, 1822, 2107.
De la Beche I. 68, 301, 317, 450, 533, 536, 543, 809; II. 52, 97, 1600, 1602, 1604, 1852.
Bechi, C. II. 1902, 1908, 1911, 1926, 1940, 2038, 2040.
Beck II. 252, 868, 1726.
Becker, H. II. 2085.

Becquerel II. 1348, 1353, 2046, 2058.
Belcher I. 952.
Bennecke II. 2061.
Bennett II. 1514.
Benzenberg I. 86.
Bergemann I. 471, 696; II. 628, 629, 637, 638, 640, 658, 662, 663, 668, 701, 703, 716, 1222, 1985, 2008, 2009, 2264.
Berger II. 738, 744.
Bergmann Torb. II. 1282, 2017.
Beringer I. 347.
Berlin II. 887, 1878.
v. Beroldingen II. 1360.
Berth I. 463.
Berthier I. 281, 395, 422, 454, 496, 703, 781, 783, 807, 811, 814, 816, 844, 859, 890; II. 294, 543, 559, 773, 1005, 1424, 1652, 1677, 1684, 1903, 1908, 1940, 1945, 1951, 1991, 2006, 2008, 2012, 2016, 2018, 2043, 2058, 2188, 2225.
Berthollet II. 241.
Bertou II. 1722.
Berz I. 701.
Berzelius I. 228, 396, 400, 402, 404, 405, 408, 414, 415, 426, 438, 439, 440, 445, 478, 479, 481, 482, 484, 485, 494, 495, 497, 499, 500, 509, 511 ff., 596, 670, 685, 693, 701, 703, 704, 708, 710, 719, 720, 721, 729, 739, 751, 791, 813, 814, 816, 873, 874, 887 ff.; II. 73, 74, 75, 77, 78, 97, 114, 125, 126, 198, 277, 400, 419, 471, 509, 519, 595, 677, 684, 817, 878, 901, 957, 1004, 1051, 1055, 1224, 1230, 1266, 1356, 1362, 1364, 1375, 1427, 1496, 1505, 1878, 1880, 1894, 1902, 1913, 1936, 1944, 1947, 1948, 1955, 1956, 1960, 1962, 1963, 1971, 1972, 1985, 1992, 2006, 2010, 2012, 2013, 2015, 2016, 2021, 2022, 2024, 2052, 2057, 2061, 2080, 2276, 2286.
Beudant I. 399, 814; II. 941, 1543, 1651, 2193, 2217.
Beyrich II. 974, 975, 976, 993, 999, 1059, 1060, 1152, 1182, 1457.
v. Bibra I. 382, 449, 450, 454, 466, 743, 751; II. 640, 674, 700, 1114, 1158, 1549, 1553, 1555, 1558, 1560, 1631, 1702.
Bichon I. 856.
Biot II. 57.
Bischof, A. II. 1584.
Bischof, Carl II. 702, 1831, 1855, 1863, 2071.
Bischof, Salinen Inspector I. 73, 215, 218.
Blake II. 2012.
Blanchet, R. II. 1598.
Bley II. 2080, 2084.
Blomstrand II 1879.
Blondeau II. 2081, 2082.
Blum I. 419, 446, 504, 520, 536, 606, 618, 620, 622, 624, 632, 782, 792, 794, 797, 806, 807, 846, 847, 932; II. 4, 5, 90, 93, 169, 187 ff., 201, 202, 204, 205, 206, 208 ff., 219, 220, 223 ff., 232, 237, 240 ff., 245, 250, 251, 252, 254, 257, 264, 281, 289, 297, 303, 305, 306, 307, 313, 314, 315, 365, 366, 370, 372, 375, 377, 378, 379, 381, 386, 387, 392, 410, 412, 417, 424, 436, 438, 439, 440, 443, 449, 486 ff., 495, 496, 507, 532, 539, 540, 546, 547, 550 ff., 554, 556, 561, 565, 583, 586, 588, 598, 600, 635, 823, 867, 868, 873, 945, 946, 1013, 1022, 1023, 1035, 1116, 1117, 1118, 1119, 1146, 1147, 1148, 1150, 1152, 1179, 1202, 1207, 1208, 1210, 1230, 1250, 1259, 1262, 1263, 1268, 1269, 1289, 1297, 1299, 1300, 1301, 1303, 1304, 1306, 1307, 1308, 1310, 1314, 1315, 1317, 1319, 1320, 1321, 1326, 1329, 1331 ff., 1338 ff., 1343, 1351, 1352, 1357, 1359, 1363, 1364, 1366 ff., 1382, 1387, 1410, 1417, 1422, 1426, 1465, 1469, 1470, 1493, 1499, 1502, 1503, 1686, 1842, 1880, 1881, 1885, 1912, 1914, 1916, 1918, 1919, 1922, 1924, 1928, 1933, 1934, 1935, 1938, 1941, 1952, 1965, 1966, 1967, 1969, 1976, 1979, 1989, 1992, 1996, 1998, 1999, 2009, 2010, 2017, 2018, 2040, 2041, 2045, 2048,

2155, 2156, 2159, 2257, 2261, 2293, 2294, 2347.
Blyth II. 1950.
Boase II. 445.
Boblaye I. 13, 64, 71, 109.
Bock II. 1798.
Bocksch II. 1008.
Bodemann I. 396; II. 1986.
Böbert II. 1469, 1493.
Boek I. 927.
Böttger II. 1938, 1992, 2046, 2047.
Böttinger I. 861.
De Bonnard I. 436; II. 305, 367,
Bonpland II. 179.
v. Bonsdorf I. 399, 400, 479, 491, 514, 520, 921; II. 387, 388, 389, 400, 422, 513, 541, 548, 846, 847, 848, 850, 852, 853, 1550, 1938.
Van der Boon Mesch I. 651; II. 2227.
Booth II. 1950.
v. Bork II. 887.
Borlach I. 73, 222, 223.
v. Born II. 689.
Bornemann II. 2077.
Borrowsky I. 468; II. 406, 503.
Bory de St. Vincent I. 38.
Bothe II. 2182. 2183, 2190.
De Bottis II. 464.
Bouchardat II. 1514, 1520.
De Boucheron II. 1294.
Boue II. 1358.
Bouis II. 1200.
Boulanger II. 950.
Bournon II. 1210.
Boussingault I. 81, 190, 191, 377, 477, 663, 664, 665, 701, 702, 752, 755, 856, 864; II. 78, 113, 124, 127, 128, 146, 179, 1513, 1520, 1700, 1775, 1789, 1908, 1979, 2052.
Boutron-Charland II. 1720.
Bowen II. 1972.
Boye, M. H. II. 1908.
Braconnot I. 422; II. 117, 1533, 2082, 2085.
Brandes I. 25, 146, 147, 170, 252, 261, 305, 416, 451; II. 560, 1114, 1230, 1232, 1935, 1956, 2006.
Braun II. 154, 1689.
Bredberg II. 456, 1423.
Breislak I. 329, 462, 648, 660, 666; II. 99, 119, 140, 142, 155, 156, 157, 166, 405, 464, 597, 678, 734, 1241, 1290, 1294, 1411, 1412, 2266, 2275.
Breithaupt I. 425, 480, 482, 520. 697; II. 223, 278, 418, 433, 437, 438, 440, 443, 445, 476, 486, 487, 494, 495, 548, 550, 599, 600, 634, 677, 684, 841, 846, 859, 860, 866, 957, 1043, 1044, 1188, 1212, 1234, 1235, 1236, 1241, 1267, 1274, 1275, 1276, 1277, 1278, 1284, 1285, 1286, 1289, 1291, 1294, 1300, 1304, 1307, 1313, 1323, 1332, 1360 ff., 1368 ff., 1400, 1467, 1502, 1871, 1873, 1874, 1875, 1901, 1921, 1922, 1931, 1935, 1939, 1943, 1947, 1948, 1952, 1955, 1962, 1972, 1979, 1986, 1999, 2002, 2011, 2023, 2026, 2027, 2034, 2035, 2043, 2054, 2062, 2063, 2065, 2073, 2105, 2119, 2148, 2172. 2258, 2321.
Bremer II. 1749.
Brewer II. 1891.
Brewster I. 504, 601; II. 86.
Brochant de Villiers II. 745.
Brochi II. 422, 746.
Bromeis I. 398, 471, 834; II. 815, 1045, 1047, 1265, 1378, 1386, 1408, 1411, 1418, 1695, 1940, 1941, 1945.
Brongniart I. 407; II. 100, 153, 300, 301, 358, 1821.
Bronn I. 654, 742, 946; II. 67, 80, 86, 87, 88, 353, 745, 1022, 1141, 1142, 1252, 1255.
Brooke II. 2013.
Brooks I. 396; II. 291, 1958, 2146.
Brown, Richard II. 1850.
Brown, Robert II. 1853.
Bruce II. 2043.
Bruckmann I. 74.
Brücke II. 1296.
Brüel I. 476; II. 1464, 1940.
Brugmann II. 454.
Brunner, C. II. 2052.
Bryce, James II. 1012.
v. Buch, I. 39, 123, 250, 289, 290, 292, 462, 534, 541, 652, 955, 961, 973, 974; II. 146, 167, 181, 279, 464, 465, 466,

544, 629, 643, 645, 646, 657, 680, 681, 760, 767, 768, 769, 863, 864, 965, 1099, 1101, 1102, 1106, 1111, 1143, 1164, 1165, 1185, 1189, 1250, 1423, 1474, 1668, 1809, 2265, 2266, 2267, 2274, 2275, 2276, 2277.
Buchner jun. II. 1697, 2040.
Bucholz I. 961; II. 358, 477, 962, 1225, 1935, 2038.
Buckland I. 45; II. 749, 1757, 1820.
Buff I. 143, 145.
Buist II. 1241, 1242.
Bull II. 1952.
Bunsen I. 250, 282, 283, 479, 762; II. 120, 142, 260, 357, 359, 980, 1025, 1026, 1045, 1106, 1108, 1381, 1749, 1751, 1754, 1762, 2004, 2126, 2127, 2150, 2153, 2207, 2208, 2214, 2215, 2247, 2249, 2255, 2340.
Burkart I. 190, 192, 556; II. 1262, 1927.

C.

Calamai II. 1560.
Cantu I. 476, 598.
v. Carnall I. 726; II. 353.
Carne II. 445.
La Casa II. 1762.
Cassola II. 1038.
v. Chamisso II. 1549.
De Chancourtois I. 763; II. 719, 1543.
Chandelon II. 1512, 1523, 1575.
Chapman II. 1921.
v. Charpentier I. 22, 31, 537; II. 1667, 1668, 1846.
Chatin II. 2081.
Chenevix II. 1990.
Chevalier, A. II. 113, 2080, 2081, 2082, 2084, 2085.
Chevandier II. 102, 103, 130.
Chevreul II. 165, 1941.
Children II. 2105.
Chodnew I. 396, 398; II. 1378, 1411, 1413, 1418.
Clark II. 1514, 2295.
Clausbruch I. 420, 421; II. 853.
Claussen II. 84.
Clemm I. 740; II. 1551.
Cloud II. 2061.
Clutterbuck I. 8, 110.
Cock II. 2061.
Coleman Fisher II. 1955.
Colin II. 1521.
Collegno II. 1106.
Connel I. 420; II. 1831, 1878, 1932, 1992.
Conybeare II. 745, 749.
Coquand II. 1010, 1155, 1158, 1160.
Cordier II. 596, 645, 744, 2072.
Cotta II. 67, 359, 846, 955, 962, 989, 990, 1000, 1010, 1013 ff., 1025, 1037, 1088, 1187, 1189, 1871, 1905, 1906, 1923, 2092, 2112, 2247.
Couërbe I. 266, 335.
Covelli I. 294, 327, 328, 330, 462, 570, 646, 647, 649, 651, 653; II. 143, 276, 596, 864, 1409, 1410, 1669, 1911, 2267, 2268, 2281.
Crasso I. 407, 412. 413, 429, 856; II. 297, 298, 299.
Craw II. 2008.
Credner I. 427, 428, 430; II. 574, 575, 626, 888, 924, 972, 1370, 1417, 1986, 2047.
Crossley II. 1958.
Cudernatsch I. 430; II. 522, 524, 526, 527, 540, 556, 561, 604, 606, 852, 853, 856, 857, 1939, 1947, 2296.
Cuvier I. 973; II. 1604.

D.

Damour, I. 419, 814; II. 472, 612, 848, 1049, 1229, 1903, 1908, 1941, 1955, 1985, 2006, 2226, 2295.
Dana I. 450, 454, 808, 844; II. 80, 250, 373, 375, 1155, 1160, 1211, 1758, 2008.
Daniell I. 656.
Dannenberg II. 1077.
Darby II. 1535.
Darondeau II. 1549, 1558.
Darwin I. 69, 594, 595, 703, 736, 952, 954, 956, 957, 958, 959; II. 112, 354.
Daub II. 2098, 2114, 2116.
Daubény I. 50, 492; II. 745, 746, 860, 865, 1153, 1163.
Daubrée I. 140, 158, 941, 948; II. 530, 577, 965, 968 ff. 973. 974, 1564, 1769, 1901, 1940, 2025, 2107.

Davis, Ch. H. II. 1599, 1601, 1602.
Davreux II. 1196.
Davy, Hy. I. 646, 833, 835; II. 1752, 1754, 2016, 2300.
Davy, John II. 111, 112, 128, 307, 1130, 1131, 1548, 1549.
v. Dechen I. 165, 173, 180, 183, 436, 629, 922; II. 317, 321, 322, 324, 325, 328, 334, 335, 336, 343, 344, 616, 634, 664, 725, 728, 731, 769, 782, 796, 824, 936, 1013, 1061, 1062, 1064, 1068, 1074, 1087, 1142, 1163, 1329, 1330, 1611, 1652, 2107, 2176, 2180, 2183, 2186, 2187, 2188, 2190, 2191, 2216, 2224, 2238, 2252.
Degenhardt I. 184; II. 2053.
Degousée I. 51, 56.
Delanoue II. 2107.
Delesse I. 776, 777; II. 153, 375, 565, 605, 633, 636, 637, 640, 642 ff., 646, 648, 649, 651, 653, 657, 841, 844, 849, 853, 877, 905, 906, 907, 910 ff., 919 ff., 932, 935, 944, 949, 950, 1386, 1460, 1467, 1470, 1488, 1492, 1497, 1958, 1992, 2002, 2305, 2307, 2308, 2310, 2315, 2322, 2330, 2331, 2332.
Delffs II. 2040.
De Luc II. 1273.
Deneke, Ferd. II. 1693.
Denham I. 751.
Denis II. 84.
Descloizeaux I. 761; II. 120, 147.
Deslongchamps I. 60.
Desor II. 975.
Despretz II. 1106.
Deville II. 634, 1457, 1511, 1512, 1514, 1520, 1527, 1569, 2204, 2205, 2206.
Dickenson I. 110.
Dieffenbach I. 728, 879.
Diesel II. 2084.
Dieterich I. 202.
Dihlmann II. 1530.
Döbereiner I. 759, 779, 780; II. 817, 1892, 1913, 2058.
Dollfuss II. 1572.
De Dolomieu I. 651, 673; II. 1871.
Domeyko II. 853, 1934, 1937, 1950, 1980, 1985, 1987, 2020, 2050, 2052, 2053, 2072.
Donati I. 463; II. 1599.
Drappier II. 379, 2039.
Drysdale II. 667.
Ducros II. 110.
Duflos II. 2039, 2081.
Dufrenoy I. 46; II. 153, 361, 1010, 1469, 1903, 1987, 2298.
Dumas I. 672, 723, 763, 813; II. 66, 86, 165, 166, 171, 1751.
Dupasquier I. 377; II. 1513.
Durocher II. 351, 1564, 1572, 1829, 2019, 2062, 2072, 2108, 2178, 2255.
Dutrochet I. 76.

E.

Eaton II. 81, 1687, 1750.
Ebel I. 33, 130; II. 1526, 1572.
Ebelmen I. 420, 421; II. 55, 127, 297, 455, 485, 520, 557, 560, 582, 595, 670, 701, 707, 713 ff., 720, 791, 832, 843, 1224, 1800, 1830, 1917, 1945, 1946, 1951, 1962, 2058, 2295.
Eckhard II. 2241.
Ehrenberg I. 946, 947, 954, 955, 956, 959, 975 ff.; II. 777, 981, 1229, 1248, 1250 ff., 1265, 1388, 1593, 1723, 1769, 2241.
Eisenlohr II. 551.
Ekeberg I. 468.
D'Elhuyart II. 1962.
Elsner I. 371, 696; II. 2241.
v. Engelhardt II. 1150, 1151, 2348.
Ennemoser I. 121.
Erdmann I. 479, 483; II. 66, 86, 251, 1038, 1091, 1732, 1735, 1741, 1744, 1894. A. Erdmann II. 260, 357, 374, 849. O. L. Erdmann II. 1657, 2218, 2219, 2220, 2226.
Erman II. 74.
Escher II. 1530.
Eschwege II. 84.
Esmark I. 927; II. 849.
Espers I. 738.
Ettinghaus II. 1943.
Everest II. 1509, 1574.
Ewald II. 815, 1634.
Ewereinoff I. 814.

F.

Faber II. 1937.

Fallou II. 1475, 1477, 1485, 1489, 1490.
Faraday I. 657; II. 47, 63, 114, 130, 1950.
Farey II. 745.
Faujas de Saint Fond I. 262; II. 745.
Favre A. II. 1108.
Fearnley II. 1947.
Fehling II. 1677, 1696.
v. Fellenberg II. 1891, 1894.
Ferber II. 745.
Fergus, T. H. II. 873.
Ferrara II. 119.
Feuillée I. 892.
v. Fichtel II. 689.
Ficinus II. 377, 390, 438, 503, 1354, 1986, 2080, 2219, 2220.
Fickenscher, Fr. I. 440.
Fiedler II. 1040, 1042 ff., 1399, 2165, 2167.
Figuier, L. I. 742; II. 988, 1552, 1695, 2080.
Filhol II. 2081, 2085.
Fischer II. 1549, 2084.
Fleuriau de Bellevue II. 2136.
De Fontenelle, Julia II. 113.
Forbes I. 46, 191; II. 445.
Forchhammer I. 29, 67, 68, 397, 469, 740, 741, 743, 749, 750, 761, 764, 772, 777, 804, 816, 818, 819, 821, 827, 828, 829, 862, 863, 865, 866, 877, 878, 925 ff., 978; II. 34, 413, 414, 415, 431, 568 ff., 574, 585, 634, 656, 677, 718, 909, 910, 918, 921, 986, 1106, 1112, 1154, 1166, 1364, 1439, 1534, 1555, 1556, 1560, 1563, 1564, 1658, 1659, 2167, 2207, 2209, 2219, 2249, 2340.
Forster I. 191, 955, 958; II. 745.
Foster II. 1884, 1890, 1992, 2039, 2044, 2062, 2073, 2096.
Foucault II. 67.
Fournet I. 819; II. 427, 1049, 1292, 1293, 1294, 1492, 1678, 1689, 1871, 1909.
Fox II. 236, 1310, 1311.
Fowler II. 417.
Fownes I. 695 ff.
Francis I. 411; II. 633, 918, 920.
Frankenheim II. 1362.
Frankland I. 857; II. 1662.
Franklin II. 813.
Frapoli, Ludwig II. 182 ff., 1265.
Fraser II. 750.
Freiesleben I. 820, 915; II. 224, 304, 362, 377, 426, 438, 439, 444, 445, 459, 488, 490, 491, 530, 550, 551, 574, 678, 737, 837, 861, 866, 972, 1146, 1300, 1301, 1312, 1337, 1396, 2107. 2112, 2114, 2118.
Freitag II. 1941.
Frémont, J. C. II. 1593, 1745, 1746.
Fremy II. 2157.
Fresenius I. 773, 774, 856; II. 1369, 1370, 1371, 1663, 1927, 2001, 2080, 2082, 2084, 2085, 2104.
Frick I. 366, 367, 839, 840, 857, 858, 909, 916; II. 34, 718, 775, 984, 1005, 1076, 1451, 1643, 1900, 1921, 2048.
v. Fridau II. 2193, 2194.
Fritzsche I. 817; II. 1344, 1986.
Frommherz II. 1598.
Fuchs I. 420, 421, 433, 434, 438, 481, 539, 693, 694, 719, 728, 816, 817, 819, 820; II. 66, 96, 97, 362, 505, 1014, 1031, 1231, 1234, 1235, 1243, 1244, 1246, 1248, 1471, 1473, 1958, 2007, 2008, 2164.
Funk II. 519, 521.

G.

Gahn I. 479; II. 1505, 1971, 2053.
Gaimard I. 955.
v. Gansauge, H. II. 1087, 1168.
Garlieb II. 147.
Garnier I. 55, 56, 58.
Garret II. 2038.
Gaudin I. 760.
Gay-Lussac I. 213, 214, 462, 527; II. 1542, 1668, 1669, 1791.
Gehlen I. 630; II. 332, 1038.
Gehler I. 78, 586.
Gellhorn II. 2000.
Genth II. 909, 910, 1891, 1908, 1955, 2058, 2060, 2255.
Gerhard II. 1275.
Gilbert II. 74, 140.
Gillet de Laumont II. 1504.
Girand II. 1559.
Girard I. 382; II. 85, 589, 613, 614, 618, 629, 699, 700, 704, 830, 1014, 1592.

Girardin I. 754, 925.
Glasson II. 817.
Glidt I. 27.
Glocker II. 1223, 1229, 1242, 1243, 1889, 1930.
Gmelin, C. I. 382, 398, 401, 415, 436, 437, 462, 469, 478, 488, 531, 684, 686; II. 379, 393, 482, 485, 488, 523, 564, 588, 589, 594, 699, 700, 703, 705, 1386, 1387, 1430, 1431, 1461, 1891, 2117, 2136, 2139, 2140, 2144, 2147, 2149, 2157.
Gmelin, L. I. 309, 419, 471, 545, 561, 892; II. 80, 369, 388, 404, 407, 1764, 1907.
Gobley II. 2081, 2085.
Göbel II. 123, 124, 1150, 1537, 1549, 1561, 1679, 1681, 1733, 1735, 1736, 1740, 1741, 1742, 1744.
Gödechen I. 862.
Göppert I. 927; II. 1671, 1755, 1756, 1774, 1778, 1822, 1827, 1829, 1842, 1843, 1845.
Göschen II. 853, 869.
Göttl II. 2104.
Götzschmann II. 1941.
Goldfufs I. 738, 920; II. 322, 365, 607, 609, 1185.
Gorup-Besanez II. 2081.
Gottlieb II. 1893.
Gourcy II. 128.
v. Gräfe I. 253, 266, 283, 294, 303; II. 105, 108, 109.
Gräger I. 382; II. 37, 113, 130, 131, 1764, 2077.
Graham I. 740; II. 1515, 1753.
Grandjean II. 600, 859, 890, 947, 1066, 1068, 1112, 1174, 1175, 1176, 1178, 1179, 1180, 1181, 1182, 1652, 1912, 1916, 1919, 2159, 2172, 2174.
Gravenhorst I. 978.
Grimm II. 1911, 2113, 2118.
Gruber II. 1533.
Grund II. 1678.
Gruner II. 2107.
Gümbel, E. W. I. 560, 599; II. 936.
Guettard II. 1749.
Gueymard II. 1946, 2058, 2060.
Gumprecht II. 2260.
Gutberlet II. 1687, 2137, 2138, 2147, 2181.
v. Gutbier II. 625, 653.
Guyton II. 1226.

H.

Hacquet II. 1247 ff., 1267.
Hänle II. 1928.
Hagemann II. 2071.
Hagen I. 436, 437; II. 1524.
Haidinger I. 487, 538, 618, 620, 622, 624; II. 4, 5, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 198, 200, 202, 204, 211, 213, 215, 218, 219, 225, 236, 237, 263, 281 ff., 303, 370, 375, 376, 378, 382, 386, 410, 412, 415, 600, 689, 1040, 1041. 1042, 1044, 1106, 1107, 1108, 1116, 1146, 1245, 1246, 1297, 1317, 1320, 1321, 1336, 1344 ff., 1352, 1470, 1683, 1684, 1685, 1686, 1687, 1688, 1912, 1914, 1998, 2009, 2015, 2044, 2060, 2170, 2172, 2174, 2247, 2258.
Hall II. 183, 767, 962, 963, 1038, 1067.
Halley I. 580.
Hamilton, W. S. I. 191, 327 ff., 893.
Harcourt I. 164.
Harkort I. 480, 520, 697.
Harting II. 1628.
Hartsoeker II. 1576.
Hartwall I. 479; II. 1434, 1911, 1959, 1962.
Hatchett II. 2038.
v. Hauer, C. II. 2200, 2201.
v. Hauer, R. II. 1583, 1918, 1920, 1945.
Hausmann II. 333, 343, 401, 410, 686, 861, 864, 964, 965, 1059, 1064, 1403, 1651, 1686, 1687, 1955, 2113.
Hauy I. 780; II. 304, 421, 981, 1054, 1217.
Hawkins II. 445.
Hawkshaw II. 1845, 1851.
Hayden, C. B. II. 1678.
Hayes, A. II. 1557, 1774.
Heffter II. 1468, 2141.
Heidepriem II. 980, 981, 2260, 2261, 2262.
Heidingsfeld II. 1944, 1991, 2002.
Heidler I. 253, 283, 445.
Heim II. 1099, 1170, 1178.
Heine I. 173, 177, 224; II. 117, -

129, 294, 1678, 1681, 1691, 1693, 1726, 1727, 1743.
Heintze II. 549.
Heinz I. 828; II. 344, 1224, 1226,
Heis I. 88.
v. Helmersen I. 955.
Hemming II. 1947.
Henckel II. 1871.
Henry II. 853, 1105, 1678, 1720, 1752, 1754, 1800, 1908, 2052, 2080, 2082, 2084, 2085.
Henwood I. 75; II. 236.
Herapath, Th. J. II. 1517, 1758.
Herberger II. 1151.
Héricart de Thury I. 63, 64, 66, 69, 654, 663.
Hermann I. 232, 401, 405, 437, 448, 479, 593, 687, 693, 694, 695, 707, 942; II. 434, 436, 462, 579, 1004, 1349, 1430, 1469, 1470, 1595, 1691, 1884, 1891, 1894, 1959, 1986, 2028, 2061.
Hermbstädt II. 1542, 1720.
Herold II. 1835, 1836.
Herrera II. 2002.
Hertwig I. 696.
Hess I. 683; II. 459, 546, 1833, 1985.
Hessel II. 2239.
Heuser II. 233.
Heussler II. 795.
Heyer II. 2072.
De la Hire I. 6.
Hisinger I. 454, 468, 808; II. 389, 452, 456, 486, 514, 847, 852, 853, 965.
Hitchcock II. 744, 968, 1000, 1719, 1721, 1722, 1728, 1729.
Hochmuth II. 937, 939, 2331.
Hochstetter I. 879, 880, 881; II. 523, 1033, 1930.
Höffer I. 669.
v. Hoff I. 337, 972; II. 1562.
Hoffmann, E. II. 1950.
Hoffmann, Fr. I. 49, 50, 124, 286, 287, 295 ff., 300, 540, 541, 542, 647, 660, 666, 673, 677 ff., 892, 895, 896; II. 115, 144, 149, 151, 152, 157 ff., 168 ff., 178, 348, 609, 790, 878, 888, 1020, 1515, 1952, 2052, 2196, 2268, 2269, 2280.
v. Holger I. 440, 538; II. 1000, 1684.
Hommaire-Dehel II. 1540.
Hoocker I. 192, 728, 879.
v. Horner II. 1548, 1549, 1575.
Horner, Leonhard II. 501, 2190, 2191.
Horner, Ludwig II. 83, 85.
Horning, E. II. 2336, 2337, 2338.
Hrdina, J. N. I. 171; II. 1677, 1751.
Hruschner I. 856, 1955.
Huberdt II. 1943.
v. Huene II. 1909, 2181.
Hünefeld I. 546.
Hufeland I. 284.
v. Humboldt I. 124, 190, 191, 337, 540, 544, 650, 665, 975; II. 7, 11, 32, 120, 121, 146, 148, 179, 585, 921, 1002, 1730.
Hunt I. 164; II. 1700, 1956, 1958, 2015, 2038, 2103, 2344.
Le Hunte II. 1461.
Hunter I. 124.
Hutton II. 767, 962.

I.

Jackson II. 375, 1549, 1555, 1556, 1908, 1955, 2021, 2073, 2221.
Jacquelin II. 80, 1891.
Jameson I. 858; II. 744.
Jeffreys I. 760; II. 326.
Ilimoff II. 1894.
Illgner II. 2242.
Imbert II. 1750.
John I. 694; II. 1921, 1934, 2047.
Johnson, Matthew W. II. 1592, 1763, 2061.
Johnston I. 538, 944; II. 1033, 1800, 1926, 1947.
Joly II. 1671.
Jordan, M. II. 267, 1931, 1945.
Joss II. 1678.
Joy II. 1947, 2044, 2141, 2255.
Irwing II. 2013.
Junghuhn II. 355.

K.

Kaden II. 1402.
Kane II. 1371, 1950, 2133.
Kapp II. 583.
Karsten I. 166, 684, 949; II. 66, 80, 453, 477, 488, 491, 493, 503, 595, 825, 1103, 1104, 1105, 1113, 1122, 1161, 1162, 1163, 1174, 1189, 1195, 1670, 1678, 1693, 1761, 1763, 1768, 2006, 2077, 2326.
Kastner I. 253, 254.

Keating II. 1884.
Keferstein I. 228.
Keilhau I. 927; II. 401, 645, 1291.
Keller II. 2081.
Kendall II. 1956.
Kennedy I. 462, 463.
Kenngott II. 1947, 2009.
v. Kerckhoff II. 2081.
Kerl II. 1938, 1939, 1945, 1948, 2052.
Kern II. 912.
Kerndt II. 1940, 1962, 1967.
Kerr II. 2050.
Kersten I. 397, 423, 429, 449, 616, 693, 695 ff., 700, 707, 759, 803, 877, 881, 906; II. 355, 358, 362, 490 ff, 585, 628, 776, 781, 784, 845, 920, 1221, 1224, 1227, 1365, 1386, 1663, 1894, 1908, 1935, 1944, 1945, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1985, 1990, 2002, 2011, 2015, 2028, 2047, 2075.
v. Keyserling II. 1540, 1819.
Kjerulf II. 1396, 1411, 1418, 1445, 1446, 1495, 1583, 1645, 1660, 2025, 2207, 2221.
Kindler I. 940 ff.
Klaproth I. 66, 233, 399, 401, 411, 416, 454, 463, 471, 683, 732, 733, 779, 805, 807, 814, 815, 829, 877, 982; II. 2, 62, 94, 421, 474, 505, 508, 522, 527, 554, 604, 605, 612, 679, 687 ff., 700, 705, 827, 876, 910, 950, 1015, 1031, 1105, 1226, 1229, 1233, 1240, 1440, 1542, 1727, 1807, 1891, 1892, 1910, 1916, 1932, 1934, 1936, 1937, 1945, 1947, 1956, 1962, 2006, 2008, 2012, 2013, 2016, 2017, 2018, 2022, 2024, 2038, 2039, 2049, 2051, 2072, 2075, 2117, 2218, 2220, 2225, 2233, 2234, 2273, 2288, 2291, 2292.
Klauer II. 1952.
v. Klipstein II. 745, 1164, 1166, 1167, 1173, 1174, 1178, 1180.
Knapp II. 1161.
Knop, Ad. II. 1460.
Knop, W. II. 1460.
Knox II. 99, 1378.
v. Kobell I. 468, 482, 522, 759, 774, 783, 804; II. 379, 404, 422, 437, 449, 454, 458, 468, 470, 474, 479, 595, 601, 604, 688, 845, 849, 1042, 1230, 1232, 1244, 1362, 1386, 1464, 1471, 1472, 1488, 1937, 1956, 1957, 1990, 1991, 2038, 2259.
Kobülin II. 1733.
Köhler I. 400, 419; II. 463, 538, 601, 603, 604, 607, 1374, 1496, 2021.
Kölreuter I. 405, 626.
Köttig II. 1761, 1990.
Kohl, J. G. II. 1718.
Kopf I. 166, 167, 169, 595, 725.
Kosmann II. 2081.
Kralowansky II. 1430.
Kramer II. 1534.
Krantz II. 1350. 1351, 1392, 1471, 1677.
Krauss I. 74.
Kremers, P. II. 1759, 1769, 1770, 1772, 1807, 1822, 1839, 1841.
Krocker II. 1583.
Kröner II. 2022.
Kröpfer II. 1533.
Krüger I. 261, 451.
Krug v. Nidda I. 192, 194; II. 1190 ff., 1196, 1204, 1206, 2000, 2016, 2017.
Kudernatsch s. Cudernatsch.
Kühn I. 837; II. 2008, 2109.
Kühnert II. 1764.
Kützing I. 982.
Kuhlmann I. 170, 734, 828, 835; II. 113, 127.
Kupffer I. 138; II. 889, 924, 1474.
Kussin II 854, 1962.

L.

Lade I. 309.
Lampadius I. 459, 682; II. 1369, 2048, 2061.
Landgrebe II. 4.
Langlois II. 2081, 2084.
Laplace II. 7, 8, 10, 24.
Lappe II. 548, 689.
De Larderel I. 670, 671, 679 ff.
Laroche II. 110.
Lasch II. 2189.
Lasius II. 344.
Lassaigne I. 722, 743; II. 2085.
Laugier I. 463; II. 1669, 1936, 1990, 2006, 2038.
Laurens II. 1560.

Laurent II. 1292.
Lavia, Barnaba II. 153.
Lavoisier II. 1542.
Lecanu I. 751; II. 1908.
Lefort II. 2081, 2082.
Lehmann I. 751.
Leman II. 1530.
Lembert II. 1683.
Lemonnier II. 2084.
Lenny, Ch. II. 1700.
Lenz II. 1549, 1716.
v. Leonhard I. 537, 540, 652; II. 51, 174, 353, 429, 369, 532, 592, 594, 664, 678, 684, 723, 732, 735, 737, 744, 750, 752, 754, 755, 838, 887, 1036, 1101, 1342, 1354, 1416, 1609, 1768.
Leonhard, G. I. 489, 490, 491, 503, 603, 931; II. 246, 316, 433, 476, 506, 946, 965, 1245, 2065, 2110.
Leplay II. 20.
Lerch II. 1926.
Letronne II. 1722.
Leube II. 1160.
Leuchs I. 423.
Leval II. 2082.
Levi I. 861; II. 1321.
Levol II. 2052.
Lewi I. 657, 658; II. 165, 1568.
Liebener II. 1470.
v. Liebig I. 313, 314, 596, 734, 746, 748, 751, 752, 773, 856, 861, 862, 942; II. 31, 32, 34, 35, 87, 88, 99 ff., 112 ff. 118. 123, 124, 126, 129 ff., 134, 895, 1323, 1773, 1774, 1775, 1778, 1790, 1822, 2080.
Lilienbach II. 153.
Lindley II. 1850.
Lindsay, James II. 1545 ff.
Link I. 919; II. 1756.
List, K. II. 1437 ff., 1441, 1451, 1454, 1649, 1650, 1687, 1900.
Liston II. 1711.
Logan II. 1817, 1825.
Lohmeyer I. 395, 437 ff.; II. 291.
Lomonossoff II. 84.
Longchamp I. 917.
Lösche I. 543.
Löwe I. 382; II. 597, 629, 669, 671, 672, 700, 704, 1908, 1945.
Löwig I. 346.
de Luc II. 1821, 2198.
Luck II. 1019.
Ludwig, R. II. 839, 1556, 2084, 2087.
Lychnell I. 791; II. 267, 604, 605, 1490.
Lyell II. 4, 1535, 1536, 1571, 1572, 1575, 1584, 1597, 1598, 1603, 1604, 1619, 1671, 1711, 1715, 1716, 1717, 1756, 1778, 1810, 1817, 1825, 1850.
Lynn II. 2008.

M.

Macculloch II. 738, 739, 744, 746, 748, 768, 1180, 1271, 1822.
Mackenzie II. 760.
Macmichael II. 1710.
Macquer II. 1542.
Madrell I. 448; II. 272, 869.
Magnus II. 456, 473, 502, 503, 505, 825, 2013, 2023.
Maier II. 622, 868, 869.
Malaguti I. 407; II. 300, 301, 355, 356, 1564, 1829, 2019, 2062, 2072.
Malcolson II. 1242.
Mallet, R. II. 1348, 2016, 2022, 2024, 2052.
v. Mandelsloh I. 139, 140.
Maraschini II. 745.
Marcet I. 157; II. 116, 121, 1542, 1550, 1711, 1728, 1729.
Marchand II. 66, 86, 267, 1038, 1726, 1738, 1804, 1805. E. Marchand II. 2085. R. F. Marchand II. 1804.
Marenbach II. 797, 804, 807, 812, 991.
Margueritte II. 1962.
de Marignac I. 776; II. 89, 1108, 1497, 1956, 2258.
v. der Mark II. 1150, 1451, 1460, 1638, 1645, 1654, 1655, 2186.
Mars II. 1906.
Marsigli II. 1711.
Martini II. 444.
Martins I. 199, 205, 207, 212, 217, 218, 220; II. 1572.
Marx II. 142, 1261, 1759, 1938.
Mather II. 968.
Maumené II. 1522.
Mawe II. 745.
Mazade II. 2082.

Meinecke I. 228, 919.
Meifsner II. 1691.
Meitzendorff I. 398, 446, 478, 847; II. 548.
Du Menil I. 451, 663, 813; II. 1276, 2220.
Meyer I. 546; II. 1791, 2141.
Mialhe II. 1552, 1695.
Michelotti II. 2052.
Middleton I. 492, 508, 747.
Miller II. 1515.
Milne I. 59.
Mitscherlich I. 469, 539, 592, 599; II. 198, 256, 292, 293, 332, 543, 559, 773, 1039, 1325, 1423, 2259.
Moberg II. 854, 2038.
Mohr I. 391.
Mohs II. 361, 496, 1147, 1308.
v. Moll II. 358.
Molnar II. 2060.
Monheim I. 309; II. 108, 141, 813, 1195 ff., 1202 ff., 1305, 1880, 1881, 1882, 1902, 1991.
Monticelli I. 294, 327, 328, 330, 462, 570, 647, 649, 651, 653; II. 143, 596, 864, 1409, 1410, 1669, 2267, 2268, 2281.
Moore II. 1726.
Morand II. 1777.
Moride II. 2085.
v. Morlot II. 313, 1107, 1108, 1109, 1117, 1343, 2193.
Morren, A. II. 1568, 1569.
Morren, Ch. II. 1569.
Mosander II. 1901, 1956, 1957, 2004.
Moser II. 2038.
Müller I. 228, 346, 347, 842; II. 125, 1283, 1475, 1476, 1477, 1480, 1484, 1485, 2114, 2125.
Müller, A. II. 1786.
Müller, E. II. 2085.
Müller, F. II. 1694.
Müller, H. II. 494, 495, 1475, 1476, 1477, 2036, 2067.
Müller, L. II. 1242.
v. Münster II. 1184.
Muir II. 612.
Mulder II. 114, 136, 1549.
Munke I. 74, 76, 78, 337; II. 1548.
Murchison II. 325, 1540, 1541. 1595, 1596, 1667, 1672, 1679, 1730, 1763, 1819.
Murdoch II. 2227.
Murray, J. II. 1550.
Murray, W. II. 550, 848.

N.

Nauck II. 1113, 1115, 1143, 1163, 1262 ff., 1312.
Naumann I. 915; II. 279, 281, 345, 394 ff., 401, 443, 459, 488, 494, 529, 608, 624, 651, 828, 837, 838, 857, 859, 885, 888, 944, 949, 951 ff., 961, 973, 1003, 1012, 1047, 1099, 1158, 1272, 1273, 1389, 1402, 1403, 1425, 1440, 1441, 1458, 1467, 1609, 1841, 1843, 2004, 2105, 2136, 2215, 2236.
Necker, L. A. II. 465, 466, 467, 2269, 2278.
Nentwich I. 477; II. 1763, 1765.
Newton II. 981.
Niccol, W. I. 601; II. 1671.
Nöggerath I. 143, 236, 245, 425, 697, 819, 900, 907 ff., 912, 917, 920, 922, 923, 937, 939; II. 353, 354, 385, 419, 554, 465, 469, 591, 593, 610, 614, 702, 794, 818, 1230, 1243, 1262, 1263, 1319, 1338, 1496, 1685, 1686, 1843, 1846, 1851, 2010, 2046, 2190, 2224, 2236, 2243, 2270.
Nordenskiöld I. 438, 514 ff., 694, 795; II. 375, 419, 513, 523, 527, 553, 601, 2006.
Northrop II. 1279, 1281.
Nose II. 2182.

O.

Oellacher I. 751.
Oelmsted II. 968.
v. Oeynhausen I. 155, 156, 425; II; 1415, 2231, 2232, 2234, 2235, 2237, 2239, 2242, 2243, 2301, 2302, 2303.
Ohlsen I. 192, 193, 197.
d'Ohsson I. 515, 516; II. 520.
Olafen I. 463.
Olafsen I. 68, 188.
Olligschläger II. 321, 322.
Oppe II. 1923, 2023, 2024, 2033, 2034, 2035, 2048, 2109, 2114, 2118, 2119.
Oppermann II. 1059, 1060.

Osann I. 76, 179, 279, 274, 553; II. 1908, 2061, 2077.
Oswald II. 2052.
Outlines I. 420.

P.

Pagenstecher I. 346, 347, 761, 842; II. 125, 1283, 1511, 1519, 1520.
Pailette, Adrien II. 144, 153 ff., 161, 2111.
Palander II. 422.
Pallas II. 72, 461, 1733, 2018.
Pallasou I. 45, 46.
Partsch II. 70, 74.
Patera II. 1943.
Patterson II. 2060.
Patton II. 1562.
Paufert II. 907.
Paulus II. 1686.
Payen I. 403, 669, 671 ff., 681; II. 116, 790.
Pearsann I. 497.
Percy II. 1989, 2013.
Perhault I. 6.
Petersen I. 382; II. 37, 699.
Pettenkofer II. 2058, 2060, 2071.
Pettko II. 1940.
Petz II. 1955, 1956, 2038, 2075.
Petzholdt, Alex. I. 581 ff.; II. 3, 7, 87, 1014, 1038, 1168, 1186, 1189.
Pfaff I. 408; II. 849, 1561, 1891, 2038, 2257.
Philippi II. 1671.
Philipps, J. A. II. 1769.
Philips, R. I. 744, 944, 1947.
Philips, W. 491, 618; II. 224, 1947.
Pickel I. 253.
Pieper I. 105.
Pierce II. 1451, 1643.
Pieschel II. 813.
Pilla, Leop. I. 158; II. 2178, 2270, 2271, 2281, 2284, 2303.
Pissis II. 99
Piterit I. 284, 294.
Planer II. 1985.
Planiava I. 416.
Plantamour I. 522; II. 849, 1956.
Plattner I. 425, 515; II. 634, 1293, 1317, 1905, 1910, 1937, 1939, 1941, 1942, 1947, 1948, 2002, 2008, 2026, 2027, 2048, 2049, 2072.
Pleischl I. 367, 404, 477; II. 985, 1005, 1451.
Plieninger I. 56, 66.
Plinius I. 68, 227, 548.
Pöschmann I. 404.
Poggendorff I. 58, 59; II. 1227, 1533.
Pohl II. 1679.
Poisson I. 58.
Poleck I. 861; II. 1749, 2081.
Poumarède II. 2081.
Powelfen I. 68, 188, 463.
Preisser I. 754.
Prettner II. 2141.
Prévost, Constant. II. 1850.
Priestley II. 100.
Prony II. 1604.
Proust II. 2018.
Prout II. 1757.
Pusch I. 165, 179.

Q.

v. Qualen II. 240.
Quenstedt II. 689, 1137, 1468.
Quetelet I. 79.
Quoy I. 955.

R.

Ragsky II. 1749.
Rammelsberg I. 380, 381, 395, 396, 420, 421, 424, 426, 437, 448, 466, 467, 468, 478, 480 ff., 483 ff., 488, 515, 516, 519, 683, 685, 686, 693 ff., 706, 707, 793, 797, 800, 801, 806 ff., 801, 806 ff., 813, 814, 819, 828; II. 80, 258, 264, 279, 282, 297, 358, 379, 390, 391, 404, 416, 435, 451, 452, 509, 524, 548, 554, 556, 559, 562, 589, 591, 596, 598, 629, 633, 666, 677, 773, 784, 813, 825, 826, 843, 850, 851, 852, 854, 878, 899, 903, 937, 941, 1031, 1091, 1102, 1103, 1113, 1209, 1236, 1343, 1357, 1358, 1362, 1371, 1377, 1387, 1398, 1428 ff., 1451, 1462, 1464, 1472, 1644, 1871, 1884, 1893, 1901, 1916, 1920, 1926, 1931, 1932, 1940, 1944, 1945, 1947, 1948, 1950, 1952, 1956, 1958, 1962, 1963, 1964, 1966, 1972, 1973, 1975, 1989, 1990, 2002, 2006, 2007, 2008, 2012,

2016, 2021, 2047, 2082, 2084, 2241, 2242, 2298, 2313.
Redtenbacher II. 1901, 2141.
Regnault II. 80, 602, 603, 605, 607, 1759, 1761, 1764, 1765, 1768, 1776.
Reich I. 81, 459; II. 236, 237, 2063.
Reichardt II. 2085.
Reichel II. 1636, 1637.
Reinhard I. 462; II. 2241.
Reinwardt I. 651; II. 724, 2223, 2227.
Rendschmidt II. 1671.
Rennel II. 1604.
v. Rennenkampff II. 1252.
Renou I. 936; II. 360.
Reuss I. 798; II. 865, 1322, 1474, 1671.
Reuterskōld II. 513.
Rhodius, R. II. 687, 702.
Richardson I. 478; II. 1761, 1769, 1809, 1878, 1901, 1962, 1990.
Richter, R. II. 1634, 1640, 1656, 1657.
Riddel II. 1575.
Riegel, C. II. 1883.
Riegel, E. II. 946, 1552.
Rienecker II. 2061.
Del Rio II. 1947, 1948, 2002, 2020.
Ripetti II. 1279, 1281, 1282.
Ritter I. 893; II. 146.
Rivat II. 2052.
De la Rive I. 157.
Rivero I. 650.
Rivière I. 69; II. 292.
Rivot II. 1984, 2038.
Robert, Eug. I. 68, 763; II. 1366.
Robertson II. 1926.
Robierre II. 2085.
Robinson II. 1719, 1801.
Robison I. 52.
Rocher II. 391.
Rochet II. 147.
Rochet d'Héricourt II. 2210.
Rodgers I. 450, 454, 808, 844.
Rogers, H. D. II. 1776, 1777, 1815, 1816, 1817, 1823, 1824, 1825.
Rogers, R. E. II. 978, 980, 1028, 1259.
Rogers, W. B. II. 978, 980, 1028, 1259, 1776.
Römer II. 322, 1061, 1141.
Rössler II. 1389.
Rosales I. 398, 437 ff., 443, 463, 478, 847, 1958.
Rose, G. I. 413, 438, 467, 468, 480, 488, 704, 706, 833, 834, 898; II. 299, 332, 340, 346 ff., 412, 426, 427, 428, 433, 439, 448, 449, 458, 460, 461, 476, 493, 504, 532, 536 ff., 542 ff., 573, 575, 577, 581, 582, 599, 601, 606, 608, 613, 616, 623, 624, 629, 633, 811, 841, 846, 860, 863, 865, 878, 885, 887, 908, 912, 913, 916, 919, 920, 931, 933, 934, 966, 1039, 1040, 1055, 1265, 1271, 1290, 1296, 1297, 1358, 1361, 1362, 1388, 1389, 1398, 1399, 1400, 1402, 1427, 1467 ff., 1473, 1474, 1537, 1614, 1652, 1653, 1679, 1731, 1732, 1735, 1739, 1929, 1948, 1952, 1955, 1982, 1983, 1992, 1996, 2045, 2046, 2048, 2061, 2137, 2142, 2147, 2165, 2167, 2171, 2176, 2259, 2305, 2321, 2323, 2332.
Rose, H. I. 398, 438, 471, 478, 482, 483, 688, 745, 784, 817, 982; II. 20, 422, 514, 515, 516, 518, 519 ff., 526, 1221, 1375, 1380, 1386, 1438, 1440, 1537, 1733, 1736, 1744, 1751, 1903, 1911, 1917, 1918, 1932, 1938, 1940, 1945, 1947, 1948, 1956, 1957, 1958, 1960, 1962, 1993, 1995, 1996, 1997, 2012, 2037, 2039, 2041, 2171.
Rosengarten II. 1343.
Ross, James I. 575, 975.
Rousseau II. 2068.
Rowney II. 1698.
Rudberg I. 104; II. 1293, 2278, 2279.
Rullmann I. 51.
Russegger II. 151, 1021, 1722.

S.

Sabine II. 1605.
Sabler II. 1539.
Sacchi II. 2293, 2294.
Sack II. 1210.
Sage II. 1542.
v. Salm-Horstmar I. 897.
Salvétat II. 2295.
Sandberger, Fried. II. 252, 584, 600, 823, 859, 878, 947, 1087,

1276, 1307, 1453, 1474, 1650, 2013, 2159. 2172.
Sandberger, G. II. 232.
Sander II. 1344, 1918, 1945.
Sartorius von Waltershausen II. 1025, 1952, 2146, 2173.
Sarzeaud II. 1564, 2072.
De Saussure I. 48, 67, 748, 791, 972; II. 100, 454, 760, 1273. 1504, 1773, 1775, 2348.
Sauvage I. 367, 765 ff., 801, 811, 910; II. 584, 1005, 1006, 1009, 1297, 1440, 1451, 1457, 1647, 1648, 1649, 1654, 1656, 1665, 1940.
Sawitch II. 1539.
Scacchi II. 676, 1669.
Schäffer, F. R. II. 2228, 2233.
v. Schaffgotsch II. 1228, 1230, 1231, 1266, 1940.
Schaffner I. 706.
Schafhäutl I. 469, 478, 489; II. 352, 381, 602, 1023, 1033, 1274, 1279, 1285, 1291, 1294, 1505, 1634, 1639, 1672, 1674, 1725, 1749, 2078, 2244.
Schager I. 975.
Schapper I. 313, 316.
Schauefele II. 2081, 2085.
Scheerer I. 396, 468, 469, 473, 834, 897; II. 253, 254, 255, 279, 281, 282, 308, 310, 311, 384 ff., 402, 405, 418, 568, 577, 849, 862, 885, 1291, 1292, 1293, 1294, 1353, 1356, 1403, 1468, 1469, 1494, 1497, 1498, 1878, 1908, 1910, 1932, 1950, 1951, 1955, 1962, 2012, 2049, 2155, 2156, 2263, 2322.
Scheffler I. 424, 426; II, 1372.
Scheidhauer I. 396; II. 1945.
Schepard I. 785; II. 73, 375.
Schlagintweit II. 1519, 1523.
v. Schlotheim II. 496, 1844.
Schmid II. 2140, 2146, 2147.
Schmid, E. E. II. 2255.
Schmidt I. 856, 922, 923; II. 245, 795, 796, 797, 798, 804, 805, 1074, 1637, 1639, 1640, 1845, 1880, 1956, 1991.
Schmidt, Bergmeister I. 317, 319; II. 758, 759.
Schmidt, C. II. 1630, 1891.
Schmidt, E. II. 1596.
Schmidt, G. G. I. 588.
Schmidt, J. Chr. L. II. 2107.
Schmorl II. 2142.
Schnabel II. 814, 825, 1114, 1226, 1644, 1834, 1839, 1931, 1932, 1937, 1943, 1944, 1951, 2006, 2015, 2186, 2188.
Schnedermann II. 1651.
Schneider II. 529, 1962, 1963, 2057.
Schnoedt I. 556.
Schönbein II. 112.
Schrötter II. 1679, 1765, 1778, 1789, 1796, 1799, 1800, 1944, 2336.
Schroll I. 595; II. 1725.
Schübler I. 26, 377; II. 1171, 1188.
Schüler II. 1259, 1340, 1892.
Schulz, W. II. 2111.
Schulz-Fleeth, C. II. 1622.
Schweizer I. 429, 466, 477, 566, 744, 814; II. 1663, 2326.
Scoresby II. 1549.
Scott II. 391.
Sedgwick I. 73; II. 325.
Sédillot I. 893.
Sefström II. 65, 66.
Seibert, Henry II. 422.
Selb II. 306.
Sello, Carl II. 1855.
Semmola II. 2043.
Senarmont II. 1994, 2108.
v. Senger I. 793; II. 360, 551.
Sennebier II. 100.
De Serres Marcell I. 59, 742; II. 988, 1671, 1749.
Setterberg II. 2003.
Seybert II. 1935, 2038.
Shepherd I. 693, 785; II. 73, 1950, 2011, 2060, 2073, 2075.
Siegling II. 1283, 1284.
Siemens II. 1026, 1028.
Sillem II. 600, 1149, 1284, 1326, 1327, 1333, 1351, 1359, 1363, 1372, 1465, 1941, 1969, 1971, 1977, 1988, 2010, 2074.
Sillimann I. 65, 651, 745; II. 1155, 2002, 2293.
Sillimann, B. II. 2227.
Simon I. 961.
Simony II. 1573, 1581, 1598, 1599.
Simpson I. 814.
Sinding I. 382; II. 699, 703.
Sjögren II. 887.
Sismonda II. 1344.

Smith I. 751; II. 1519, 1801, 1956, 2016.
Smithson I. 480; II. 1928, 1991.
Smyth, Ely I. 893.
Smyth II. 1710, 1715, 1716, 1719.
Sobrero II. 1891.
Sokolowskji II. 74.
Soltmann II. 1551.
Sorby II. 2127, 2128.
Soulavie I. 191.
Spallanzani I. 462, 972; II. 1279, 1282.
Spasky I. 138.
Spindler I. 228.
Sprengel I. 746.
Staffel II. 1390, 1391.
Starr II. 2038.
Stass II. 66, 86.
Steel II. 1878.
Steffens II. 409, 1243.
Stehlin II. 1530.
Steifensand II. 1576.
Stein I. 348, 349, 466; II. 198, 199, 250, 251, 255, 1378, 1386.
Steininger I. 250; II. 2242.
Steinmann I. 404, 439, 440, 445, 482; II. 73.
Stengel I. 462; II. 753, 2241.
Stenhouse II. 1360.
v. Sternberg, K. II. 1041, 1845.
Sthamer II. 493.
Stifft I. 25, 51, 228, 300; II. 343, 1060, 1182.
Stockes I. 743; II. 1076.
Stöckhard II. 1278.
StottBowerbankII. 1252, 1253, 1255.
Strabo II. 1722.
Stratmann II. 2013.
Streng, A. II. 2193, 2215, 2255, 2313, 2318, 2319, 2322.
Stripelmann II. 142.
v. Strombeck II. 1142, 1164, 1241, 2224.
Stromeyer I. 415, 468, 482, 537, 781, 782; II. 415, 416, 422, 677, 688, 1105, 1362, 1891, 1941, 1943, 1947, 1949, 1951, 1952, 1965, 1967, 1990, 2006, 2013, 2257.
Struve I. 227, 228, 310, 404, 406, 407, 416, 439, 443, 444, 465, 466, 473, 474, 522, 530, 532, 545, 563, 591, 593, 595, 598; II. 718, 843, 1935, 2104, 2139, 2149.
v. Struve II. 296.
Studer II. 350, 351, 475, 1525, 1526, 2344, 2345, 2346, 2349, 2350.
Suadicani I. 284.
Suckow I. 454, 592; II. 530, 854, 965, 1643, 1951, 2039, 2049.
Sullivan I. 698, 700, 744.
Svanberg I. 394, 397, 398; II. 292, 358, 564, 718, 912, 918, 1376, 1425, 1435, 1894, 1935, 1940, 1986, 2057, 2061, 2319.
Symond II. 1723.

T.

Talbot II. 1380.
Tamnau II. 1469, 2257.
Taylor, H. II. 1760, 1762, 1770, 1772, 1807, 1822, 1834, 1841.
Tennant II. 1542.
Teschemacher II. 1962, 2039, 2052, 2060.
Thaulow II. 1940, 2146.
Thenard I. 527; II. 74, 77, 78, 1791.
Theobald II. 1556, 2087.
Thilorier I. 333, 334.
Thirria II. 2107.
Thomae II. 1385.
Thompson II. 2300.
Thomson I. 419, 420, 469, 699, 813, 815; II. 612, 630, 848, 1752, 1754, 1878, 1902, 1910, 1926, 1932, 1941, 2002, 2013, 2105.
Tingry II. 1513, 1520.
Tizeau II. 67.
Tognino I. 105.
Della Torre I. 191.
Toulmin Smith II. 1255, 1258.
Tournefort I. 651.
Townsend I. 423.
Trail I. 982.
Tripe II. 1321.
Tripier II. 2080.
Tröger II. 1871.
v. Trolle-Wachtmeister I. 481; II. 268, 376, 389, 393, 453, 457, 458, 467, 477, 478, 481, 488, 491, 514, 516, 518, 570, 1206, 1990, 2080.
Trommsdorff I. 253, 274, 546.
Turner I. 421, 422, 424, 437, 454, 684, 808; II. 391, 1891, 1990.

U.

Ulex II. 2016.
Ullmann II. 239, 795, 1198, 1331, 1339, 1359, 1910.
Unger II. 1671, 1756, 1774, 1778, 1799, 1821, 1822.
Unverdorben II. 2157.
Usiglio II. 1560, 1679, 1681, 1707, 1708.

V.

Vanuxem II. 80.
Varrentrapp I. 397, 446, 469, 471, 522, 545, 616, 917; II. 1464, 1466, 1914, 1952, 2181.
Vauquelin I. 395, 463, 650, 694, 732; II 74, 77, 78, 141, 358, 1266, 1962, 1963, 2020, 2038, 2218, 2225.
Vaux, F. II. 1762, 1765, 1766, 1769, 1776.
v. Veltheim I. 207, 216, 224.
de Verneuil II. 1540, 1612, 1819.
Verver II. 29.
Vesper II. 1018.
Villain II. 2058.
Virlet d'Aoust II. 169.
Völcker II. 1563.
Völkel I. 751.
Vogel, A. I. 426, 952; II. 116, 120, 1129, 1133, 1151, 1550, 1551, 1560, 1697.
Vogel I. 682, 683, 967; II. 165, 488, 1675, 2006.
Vogelsang, W. II. 2110. 2115.
Vogler I. 249.
Voigt II. 1207, 1273, 1371.
Volger, G. H. Otto II. 411, 1178, 1915, 1916, 1918, 1919, 1920, 1936, 1986, 2036, 2042, 2247, 2320, 2347, 2348, 2349, 2350.
Voltz I. 534, 571.
Vopelius I. 399. II. 848.

W.

Wackenroder II. 513, 562, 2085.
Wagner II. 2073.
Walchner I. 48, 49, 50, 52, 659, 873, 894, 895; II. 20, 141, 142, 677, 688, 1188, 1598, 1911, 2004. 2079.
Walker II. 1745, 1842.
Wallmark II. 849.
Walmstedt I. 779; II. 687, 1105.
Wangenheim II. 240.
v. Warnsdorff I. 48, 914, 915.
Warrington II. 1932.
Watts II. 2011.
Way II. 1343.
Weaver II. 81.
Weber II. 1952.
Websky II. 1902, 1909, 1922, 1924, 1925, 1979.
Webster I. 140, 879; II. 687, 1800.
Wehrle II. 1932, 1955.
Weibye II. 302, 531, 549, 569, 571, 572, 577 ff., 599, 862, 869, 870, 874, 886, 890, 965, 966, 1402, 1503.
Weidenbusch II. 1941, 1945, 1950.
Weidling II. 422.
Weiss II. 416.
v. Weissenbach II. 1871, 2033, 2065, 2092, 2094, 2095, 2098, 2109.
Wernekind I. 419; II. 1932.
Werner II. 96, 1210, 2106, 2109.
Wertheim I. 828; II. 1236.
Werther II. 1033, 2010.
Westgarth II. 745.
Westrumb I. 451, 683; II. 1926.
Whewell II. 1601.
Whitehurst II. 745.
Whitney, Eli II. 1279, 1884, 1890, 1910, 1992, 2039, 2043, 2044, 2050, 2062, 2073, 2096, 2313.
Wiegleb II. 477.
Wiesnaes II. 2322.
Wiggers I. 982.
Wilczynsky II. 1910.
Wildenstein, R. II. 1650.
Wilhelmi I. 313, 316.
Wilke II. 1711.
Wilkes I. 958, 959.
Wilkinson, J. Gardner II. 1596.
Will I. 493, 746; II. 2081, 2084.
William I. 656.
Wilmot, Eardy I. 656.
Wilson I. 493, 746, 944; II. 1312, 1563.
Winch I. 532.
Winckelbleck II. 559, 2015.
Wiser II. 486, 487, 1057.
Wissmann II. 1184, 1185.
Witham II. 1756.
Wittney II. 375.
Wittstein I. 670; II. 1157, 2040.
Wittstock I. 862.
Wöhler I. 479, 486; II. 87, 965,

980, 1025, 1028, 1226, 1321, 1938, 1941, 1955, 1962, 2009, 2011, 2153, 2154.
Wolff I. 837, 847; II. 303, 355, 356, 403, 408, 409, 519, 570, 1226, 1229, 1434, 1663, 1807, 2039. E. W. II. 1391, 2329, 2330, 2331. E. Th. W. II. 303.
Wollaston II. 1710, 1711, 1757, 2057.
Wornum II. 1505.
Woskressensky II. 80, 1763, 1765, 1766.
Woulse II. 2017.
v. Wrede II. 2058.
Wrightson II. 667, 1239.
Wurzer I. 253.

Y.

York II. 2020.

Z.

Zehler II. 2190.
Zelner I. 694; II. 2039.
Zeuschner I. 166, 955; II. 353, 1274, 1634, 1670.
Zimmerman, K. G. II. 1596, 1597, 1645.
Zincken II. 796, 1209, 1916, 2061, 2063, 2065, 2066.
Zippe II. 233, 585, 973, 1307, 1309, 1335, 1339, 1340, 1355, 1401, 1928, 1940, 2004, 2065.
Zipser II. 1243.

B. Sachregister.

Da nach Vollendung dieses Werkes ein Augenleiden eintrat, welches mich für längere Zeit hinderte, schriftliche Arbeiten vorzunehmen: so unterstützte mich einer meiner Söhne (Gustav) in der Bearbeitung des Registers. Der Leser wird nicht unzufrieden sein, dafs es sehr ausführlich geworden ist; denn da während der langen Reihe von Jahren, welche auf die Bearbeitung des Werkes verwendet werden mufsten, Zusätze und Berichtigungen nöthig geworden waren: so konnte es nicht fehlen, dafs manche Gegenstände an verschiedenen Orten zur Sprache gekommen sind. Die dadurch herbeigeführten Uebelstände wird das Register heben.

In den Artikeln derjenigen Mineralien, von denen Umwandlungen und Verdrängungen durch Pseudomorphosen bekannt sind, findet man unter der allgemeinen Rubrik „Umwandlungsprocesse“ die sämmtlichen Pseudomorphosen, wenn dieselben nicht im Werke selbst als Umwandlungs- oder Verdrängungs-Pseudomorphosen bezeichnet sind.

Die Zersetzungen durch einfache und doppelte Wahlverwandtschaft, welche sich im Mineralreiche geltend machen müssen, und die an verschiedenen Stellen des Werkes zerstreut sich finden, wie ich sie nach und nach aufgefunden habe, sind im Artikel „Verwandtschafts-Gesetze“ zusammengestellt.

A.

Aa I. 15.

Aachen, Kaiserquellen, ausströmende Gase I. 309. — Heisse Quellen, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1747.

Aar, Analyse II. 1520. — Menge der schwebenden Theile am Ausflusse aus dem Aargletscher II. 1572.

Absätze, aus aufsteigenden Quellen, nur ein einziger Fall ist denkbar II. 1027. — Bildung durch chemische Wirkung und durch organische Thätigkeit I. 873 ff., Uebergang der letzteren in mechanische A. II. 1605. — Von Eisenoxydhydrat I. 901-902. — Von Eisenoxydulcarbonat I. 903. — In den Flüssen und ihren Umgebungen II. 1571, (siehe Rhein, Elbe, Donau, Weichsel, Nil, Rocky-Mountains, Aar, Ganges, Mississippi, Gelber Strom, Maas, Gosau-See). — Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit bewirkten A. II. 1615. — Von Galmey I. 939. — Aus Gewässern, welche von oben herabfliefsen I. 907—915. — Von Gyps I. 900. — A.,

magnesiareiche in Spalten II. 1661. — Von Manganoxyd I. 906. — Im Meere durch organische Thätigkeit I. 951. — Aus Quellen, ihre geologische Bedeutung I. 883 ff., u. 897—899, können wieder zersetzt werden I. 511, Umwandlungen I. 905, Metalle enthaltend II. 2078 ff. 2091. Verhältnifs der Kieselsäure und der Kalkerde zu den Metallen in ihnen II. 2087, in den A. treten die Metalle, wie in den Erzgängen, manchmal in aufserordentlich geringem, immer in geringerem Verhältnisse, als die nicht metallischen Substanzen auf II. 2087, die Eisenerz-Lagerstätten machen eine Ausnahme II. 2087. — Verschiedene A. aus denselben Quellen I. 905. — Von Schwefelzink aus Gewässern I. 936—938.

Absätze, chemische, aus Gewässern, Bedingungen ihrer Bildung I. 632 ff. — Chemische und mechanische im Wechsel mit einander II. 1076, 1570, 1656.

Absätze, kieselige und kalkige, Bildung durch organische Thätigkeit I. 754.

Absätze, mechanische, Analysen II. 1627 ff. — Unter Amsterdam II. 1269. — Ihre Bildung fand manchmal gleichzeitig statt II. 1656. — Eisenkies und Eisenoxydul, Ursprung II. 1629. — Magnesia- und Natronsilicate, Ursprung II. 1629. — A., mechanische, und durch organische Thätigkeit, ihre Folge in den sedimentären Formationen II. 1609. — Von Sand im Meere, günstige Umstände für ihre Bildung II. 1601, gleichart. A. konnten Flächen so grofs wie England bedecken II. 1605. — Thonige Schichten im Wechsel mit Sandschichten II. 1626. — Bis zu welcher Tiefe sie durch heftige Stürme aufgerührt werden II. 1606. — Uebergang in A. durch organische Thätigkeit II. 1605, 1621. — Können sich sehr weit in das Meer hinaus dehnen II. 1570. — Zusammensetzung, Aehnlichkeit mit der des Löfs, Thonschiefer und der Grauwacke II. 1628 ff.

Absorption, der Kohlensäure durch Wasser I. 265—266, in der Tiefe I. 287—288 und 291—292.

Achate, in Drusenräumen II. 1277. — Auf Gängen im Gneifs II. 1276. — Haben sich nicht aus heifsen Quellen abgesetzt II. 818 ff. — Nichts Organisches in ihnen II. 1253. — Spongien in ihnen (?) II. 1252.

Achatdrusen, Mangansuperoxyd u. s. w. in ihnen I. 423.

Adelheid-Quelle, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1747.

Adersbach, Felsenlabyrinth II. 341, 1637.

Adhäsionskraft mancher im Wasser löslicher Stoffe II. 431.

Adinole, Analyse II. 1652, ist wesentlich ein Gemeng von Albit und Quarz II. 1652.

Adolphsberg, Mineralwasser, dessen Analyse I. 402.

Adular, Bildung II. 316. — Ein Gemeng mit entschieden neptunischen Bildungen auf Gängen II. 1057. — Umwandlungsprocefs nach Kalkspath II. 2347. — Vorkommen II. 316.

Aegrin II. 849.

Aeschynit I. 483, 487. II. 1959.

Afte I. 15.

Agalmatholith, fast reines Thonerdehydrat II. 2166.

Ahrthal, Kohlensäure-Exhalationen I. 248. — Quellen daselbst I. 44.

Alaunschiefer, Analysen II. 1657. — Bildg. von Tangarten auf dem Meeresgrunde II. 1658. — Efflorescenzen von basischschwefelsaurem Thonerde-Eisenoxyd im A. II. 1657—1658. — In den ältesten silurischen Schichten I. 927—928. — Umwandlungsprocefs in Gneifs, Analysen II. 1659, nicht durch Trapp- und Euritgänge II. 1659, Schwefel in diesem Gneifs II. 1659.

Alaunstein I. 766.

Albit, in Drusenräumen im Gra-

nit auf Eisenoxyd und Feldspath, aus diesem entstanden II. 1653. — Auf Epidot II. 889. — Kali entweder gar nicht in ihm, oder doch in viel geringerer Menge als Natron II. 2146. — Mit Kieselschiefer verwachsen II. 1652. — Im körnigen Kalk II. 966. — Auf Quarzgängen II. 316. — In Spalten und Höhlungen II. 317. — In Taunusschiefer II. 1453, 1650, in dessen Klüften II. 1652, eine Bildung auf nassem Wege II. 1652. — Umwandlungsprocesse in Kaolin II. 355, in Orthoklas II. 314, nach Wernerit II. 413—414. — Zersetzung in Kaolin II. 958.

Albit-Diorite II. 942.

Albit, kalihaltiger, scheint in Trachyten nicht vorzukommen II. 2176, 2184, 2213.

Alkalien, in Augiten II. 1420. — Beim Ausscheiden aus Gesteinen führen sie Thonerde mit sich fort II. 2157. — In Braunkohlen kommen keine A. vor I. 866. — Ihre Circulation im Pflanzenreich I. 856—859. — In Feldspathen I. 858. — Von zersetztem Feldspath, grofse Quantitäten Alkalien I. 837. — Werden in der Glühhitze durch Kalk verdrängt II. 1425, werden ausgetauscht gegen ihn II. 419. - Meerespflanzen, zerstörte, liefern nur wenige A. den sedimentären Formationen I. 866. — Meerwasser liefert sie den Pflanzen I. 863. — Bei pseudomorphen Processen werden sie häufig aufgenommen I. 808. — Nur in Quellen aus krystallinischen Gebirgsarten I. 456. — In Steinkohlen keine A. I. 866. — Thonerde verdrängend II. 1437. — Wohin sie gekommen I. 839—840.

Alkalien, kieselsaure, werden durch Kalkbikarbonat zersetzt II. 809. — Phosphorsaurer Kalk wird durch sie in der Glühhitze nicht zersetzt I. 713.

Alkalien, kohlensaure, befördern die Auflösung der Kieselsäure II. 1267. — Eisenoxydhydrat, Auflösung durch doppelt kohlens. Alk. II. 1327. — Präexistiren nicht in Gesteinen I. 452. — Nur im Wasser der Garonne II. 1527. — Wässrige Lösungen lösen geringe Mengen Thonerde aus kieselsaurer Thonerde auf II. 2158—2159. — Zersetzen den schwefelsauren Baryt I. 626—628, den Wernerit II. 424—425.

Alkalien, phosphorsaure, werden in der Glühhitze durch phosphorsauren Kalk zersetzt I. 714. — In Quellen I. 710.

Alkalien, schwefelsaure, Bildung II. 780. — In krystallinischen Gesteinen I. 545. — Schwefelsaure A. die Quelle des Schwefel II. 162. — Verhalten des Strontiansilicat zu denselben I. 639. — Ihr Vorkommen I. 594—595.

Allagit I. 814.

Allanit siehe Orthit.

Allophan I. 802. — Bildung II. 1890, ist eine sehr jugendliche Bildung II. 1889. — Kupferoxyd in ihm II. 1889.

Alluaudit II. 2006.

Almandin siehe Granat.

Alme I. 15. — Kalkgehalt I. 377. II. 1523.

Alpen, Kalkalpen gehoben durch Augitporphyre II. 768. — Material zur Steinkohlen-Bildung II. 1820.

Altona I. 15.

Aluminate II. 1902—1903.

Amazonenstein enthält Kupferoxyd I. 411.

Amazonenstrom bildet keine Delta II. 1601. — Führt seine schwebenden Theile weit in das Meer hinein II. 1605.

Amblygonit I. 483, 485, 705, 707—708.

Amethyst, Basen in ihm I. 828. — In Drusenräumen II. 1277. — Glühverlust II. 1226—1227. — Umwandlung in Speckstein II. 1262.

Amianth, Theilbarkeit, aufserordentliche II. 1219. — Um-

wandlungsprodukt des Augit und der Hornblende II. 546 ff. 863. — Vorkommen II. 863.
Ammer, Kalkgehalt I. 377. II. 1523.
Ammoniak in der Atmosphäre II. 113. — Bildung II. 114, 115. Bild. durch trockene Destillation aus krystallinischen Gesteinen II. 117. — In Eisenerzen II. 114. 118. — Im Meere II. 1563. — In den Suffioni ist A. keine ursprüngliche Bildung, sondern ein Zersetzungsprodukt organischer Substanzen II. 115 ff. 129. — Beim Verbrennen des Holzes wird etwas A. gebildet II. 133.
Ammoniak, atmosphärisches, II. 113. — Wie viel ein Buchenwald von ihr verbraucht II. 131. — Menge desselben II. 130. — Für die Vegetation nicht hinreichend II. 131. — Zersetzung II. 129.
Analcim I. 798, 854. — Eine dimorphe Abänderung desselben II. 887. — Kupfer u. s. w. in ihm II. 1890. — Löslichkeit II. 978. — Mit Magneteisen II. 573, 582. — Umwandlungsprocesse: in Feldspath II. 2172—2173, nach Labrador (?) II. 580, nach Prehnit II. 945, 946, wie diese Umwandlung erfolgen kann II. 947, 1094, 2160, in Talk II. 578.
Analcim, kalihaltiger II. 2173.
Analyse, die procentige giebt die beste Uebersicht II. 265-266. — Verfahren II. 628—629.
Analyse, chemische, soll nicht bloſs auf die Aufstellung einer Formel, sondern auch auf das Genetische gerichtet sein II. 261.
Analyse, gesonderte, Fehler derselben II. 638—639.
Anatas (Titansäure) Vorkommen und Zusammensetzung II. 2037, siehe Titansäure.
Anauxit I. 798, 800.
Andalusit, (siehe Chiastolith). Bildung II. 360 ff. — A. u. Chiastolith sind identisch II. 358—360. — Und Cordierit II. 357—402. — Folgerungen II. 366 ff. Kieselsäure, deren Ausscheidung aus A. II. 362. — Chiastolithkrystalle von Glimmerblättchen umhüllt II. 364. — Umwandlungsprocesse II. 1220: A. in Cyanit II. 361 — 362, A. und Ch. in Glimmer I. 846 — 847, II. 260, 261 u. 363—364, Analysen II. 1436 ff., A. und Ch. in Speckstein I. 791. II. 365 und 1501, Ch. in Talk II. 365, 384. — Ch. mit Versteinerungen II. 359. — Vorkommen II. 358 ff., nicht in Feldsteinporphyren II. 2334. — Zersetzung des A. u. Ch. II. 361. — Zusammensetzung eines weissen Ch. krystalles sehr ähnlich der des Glimmers II. 364.
Andesin II. 919. — Gemengtheile II. 921. — Soll in Graniten vorkommen II. 2305. — Ist Kalkoligoklas II. 921. — Scheint ein etwas zersetzter Oligoklas zu sein II. 920. — Soll in den Syeniten vorkommen II. 919.
Andesit ist Dioritporphyr II. 2216.
Anglamit II. 2006.
Anhydrit, Abscheidung aus dem Meerwasser siehe Steinsalz. — Keine plutonische Bildung I. 536. Umwandlungsproceſs in Gyps I. 537, nach Steinsalz II. 1683 ff. — Vorkommen I. 536.
Ankerit Umwandlung in Brauneisenstein II. 1341 ff.
Anorthit II. 908 — 913, 2263. Bildung II. 909, 910, 1093. — Die Bildung Kalisilicate haltender Mineralien in Laven und Tuffen ist sehr bemerkenswerth II. 910. — Vorkommen II. 909, 910, 1093. — Zersetzbarkeit II. 909. — Zusammensetzung II. 908.
Anorthitdiorite II. 942.
Anthosiderit I. 805.
Anthracit, Bildung II. 80 ff., aus Holz, wie sie zu denken ist II. 1784. — In Erzstöcken im Gneiſs II. 968. — Ein Ueberrest organischer Substanzen II. 81. — Vorkommen, Zusammensetzung II. 80 ff.
Antigorit steht dem Serpentin nahe II. 1493.

Antimon, im Basalt II. 1769, 1901. — In Eisen II. 2078. — In Ocherlagern II. 2083 ff. — In Quellen II. 2079 ff. — Das häufige Vorkommen ist von Bedeutung II. 2042. — In Quellenabsätzen I. 659, 874. II. 20. — In Steinkohlen II. 1769. 1901.
Antimonblende, Antimonblüthe soll manchmal aus ihr entstehen II. 2041. — Umwandlungsprocefs nach Antimonglanz II. 2041. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 2041.
Antimonblüthe (reines Antimonoxyd), Umwandlungsprocefs nach Antimonglanz, nach gediedenem Antimon II. 2039. — Vorkommen II. 2039.
Antimonformation II. 1874.
Antimon, gediegenes, als Oxydations- und darauf folgendes Reductionsprodukt von Schwefelantimon II. 2074, wie das zu denken ist II. 2074. — Umwandlungsprocefs in Antimonblüthe II. 2039, 2074. — Vorkommen selten II. 2074.
Antimonglanz, angelaufener A. enthält weniger Schwefel als der nicht angelaufene II. 2040. — Oxydation des A. II. 2040. — Umwandlungsprocesse in Antimon, Antimonblende II. 1935, 2041, Antimonblüthe II. 1935, 2039, und Antimonocher II. 1935, 2040 ff. — Vorkommen II. 1935. — Zusammensetzung II. 1935.
Antimonmetalle II. 2134.
Antimonnickel II. 1949.
Antimonnickelglanz, der ihn begleitende Nickelocher ist wahrscheinlich ein Zersetzungsprodukt des A. II. 1944. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1944.
Antimonocher (antimonsaures Antimonoxyd), Umwandlungsprocefs nach Antimonglanz II. 2040. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 2040.
Antimonoxyd, Umwandlung nach Antimonglanz II. 1946.
Antimonoxyd, antimonsaures, (siehe Antimonocher). Umwandlung nach Antimonglanz II. 1946.
Antimonsilber II. 1949.
Antogast, Mineralquelle enthält kein Kali I. 405.
Antophyllit II. 549, 1497. — Siehe Hornblende.
Apatit I. 483. — Bildung auf feuerflüssigem Wege I. 714—716. — Bildg. aus umgewandelten Knochen I. 754. — Bildg. auf nassem Wege I. 703. — Chlor- und Fluorapatit I. 488, 704, 707. Chlorcalcium in chemischer Verbindung im A. I. 705. — Fortführung durch Gewässer I. 703. — In Kalksteinen aus Korallen und Konchylien-Resten II. 1211. — Thierische Knochen löslicher als A. I. 723 u. 735. — In Lava I. 696 u. 697. — Enthält Magnesia I. 731. — Kommt nicht in Formen anderer Mineralien vor I. 704. — Uebergang der Bestandtheile des A. in das Pflanzenreich I. 746. — Umwandlung nach Eisenvitriol II. 1212, nach Pyromorphit II. 2010.
Aphanit II. 943 — Analyse II. 2306.
Aphrodit I. 777.
Aphrosiderit im Taunusschiefer II. 1650.
Apophyllit I. 484—485. — Druck ohne Wärmeerhöhung wirkt nicht II. 1925, 1028. — Fortführung durch Gewässer II. 980, 2153. — Löslichkeit im heifsen Wasser und Krystallisation daraus II. 980. — Analyse des gelösten A. II. 2153. — Im Melaphyr II. 657. — Zersetzung scheint durch grofse Menge Wasser vollständig zu erfolg. II. 2154.
Appalachian-Kohlenformation, Absätze durch organische und mechanische Thätigkeit, Wechsel zwischen ihnen II. 1818—1819. — Grofse Ausdehnung II. 1815. — Bildungsart II. 1824 ff., kann nicht von schwimmenden Baumstämmen od. Theilen baumartiger Pflanzen herrühren II. 1815, dagegen II. 1816. — Das Hangende der Flötze besteht aus sehr grobkörnigen Gesteinen

mit Fragmenten von grofsen Stämmen II. 1825. — Lagerungsverhältnisse, sehr reine Kohlenflötze, II. 1816—1817.
Arfvedsonit siehe Hornblende.
Arguerit II. 2072.
Arkansit ist Titansäure II. 2037.
Arragonit, Bleioxyd, kohlensaures, in ihm II. 2002. — Bildung aus heifsen Quellen II. 1040, keine nothwendige Bedingung II. 1042 ff., die Bildung erfolgt unabhängig von der Temperatur und meist aus kalten Gewässern II. 1044. — In Drusenräumen von Basalt II. 593. — In Lava II. 1039. — In Stalaktiten II. 1043—1044. — Pseudomorphosen von Kalkspath nach Arragonit II. 1041. — Stalaktiten, welche aus Arragonit bestehen II. 1042. — Umwandlung in Kalkspath auf nassem Wege II. 1039, 1041—1042, Kupfer nach ihm II. 2073. — Ursprung II. 594.
Arragonit, künstlicher, wandelt sich in Kalkspath um, wenn er unter Wasser steht II. 332.
Arsenige Säure, Bildung bei Zersetzung vieler Arsenik-Verbindungen II. 1988. — Zersetzt Kalkbicarbonat II. 1988.
Arsenik, im Basalt II. 1769, 1901, 2090. — In Eisenerzen II. 2078—2079. — Im Eisenocher II. 1769, 1901. — In Ocherlagern II. 20, 2082 ff. — In Quellen II. 2079, sein häufiges Vorkommen ist von Bedeutung II. 2042, Ursprung in ihnen II. 2090. — In Quellenabsätzen I. 659, 874. II. 20. — Im Raseneisenstein II. 20. — In Steinkohlen II. 1769, 1901. — In Stollenwassern II. 1930
Arsenikantimon II. 1949. — Zersetzt eine gewisse Menge Chlor- und Bromsilber II. 2019.
Arsenikblüthe, (arsenige Säure), arsenige Säure und Arseniksäure scheinen sich unter gleichen Bedingungen zu bilden II. 2042. — Ist eine Oxydationsproduct von Arsenik-Verbindungen (Arsenikkies, Realgar) II. 1369, 2042. — Vorkommen II. 2042.
Arsenikeisen II. 1950. — Bildung aus der Reduction des arseniksauren Eisenoxyd durch organische Substanzen II. 1942. — In Eisenspathgängen II. 1950, entspricht dem Vorkommen von Würfelerz und Skorodit in Eisenerzgängen und von arseniksaurem Eisenoxyd in Ocherlagern II. 2088.
Arsenik, gediegenes, II. 2075.
Arsenikkies, Bildung in historischer Zeit II. 1942 ff. — Bildung in Ocherlagern ist zu begreifen II. 2089. — Umwandlung in Eisenkies II. 1260 ff., 1941. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1941.
Arsenikmangan II. 1950.
Arsenikmetalle, deren Metalle (Eisen, Nickel, Kobalt, Kupfer) finden sich auch in arseniksauren Salzen II. 2132, 2134.
Arseniknickelglanz siehe Nickelglanz.
Arseniksäure, in Quellen scheint an Eisenoxydul und nicht an Kalk gebunden zu sein II. 2088. — In Quellen-Absätzen setzt sie sich mit dem Eisenoxyd ab II. 2087—2088.
Artern, Salzsoolen I, 172 ff., 199 ff. — Ergiebigkeit und Salzgehalt konstant I. 222. — Grofse Quantitäten fortgeführten Salzes I. 222.
Arve, Analyse II. 1520, 1525.
Asbest I. 777. — Löslichkeit II. 978. — Mit Magneteisen durchzogen II. 550. — Theilbarkeit, aufserordentliche, II. 1219. — Umwandlungsprocefs nach Augit II. 546—549, 869 ff., nach Hornblende II. 869. — Vorkommen II. 863.
Asbest, künstlicher, II. 550.
Asche der Pflanzen enthält die Bestandtheile in ganz anderen Verhältnissen als die Gewässer II. 892.
Aspasiolith, umgewandelter Cordierit II. 254, 255, 281, 282, 373.

Asphalt, Analyse II. 1764, 1768. — Wie er aus Holz entstanden sein kann II. 1788, mit bedeutendem Verluste II. 1797. — Das Todte Meer liefert ihn in der Jetztzeit nur selten in grofser Menge nur nach Erdbeben II. 1801. — Vorkommen II. 1800 ff.

Atacamit II. 277, 2015, 2016.

Atchafalaya, führt viel Treibholz II. 1817. — Ausgedehnte Lager desselben II. 1817.

Atmosphäre, Ammoniak in ihr II. 113. — Ein Bestandtheil der Erde II. 47. — Seit der Schöpfungsperiode II. 39 u. 58. — Verändert durch die Industrie II. 57.

Atolle I. 956 ff.

Auerbach, körniger Kalk daselbst II. 1018—1019.

Aufgaben, bestimmte und unbestimmte, II. 1780, Berechnungen I. 1780 ff.

Auflösung, Processe derselben I. 254.

Augit I. 399 u. II. 509—601. — Afterkrystalle haben Spaltungsflächen, hiervon bietet Uralit das erste Beispiel II. 537, dagegen 537. — Alkalien in ihm II. 1419, 1420. — Im Analcim II. 1422. Analyse von Asbest II. 548, der Augite II. 552, 627. — Analyse der Sahlite liefert sehr interessante Verhältnisse II. 516 ff., Analyse des Uralit II. 541. — A. im Augitfels II. 531. — Bildung, mögliche, auf nassem Wege II. 785—788. — Bruchstücke, verschiedene, haben eine verschiedene Zusammensetzung II. 526. — Cimolit, Menge die der A. liefern kann II. 554. — Im Comptonit II. 1422. — Diopsid in Drusen II. 460, 528 ff., auf nassem Wege entstanden II. 531, 567. — Eintheilung II. 509 ff. — Auf Erzgängen und in Klüften (Sahlit) II. 529, mit Bleiglanz, Blende und Kalkspath II. 530. — Auf Erzlagern (Kokkolith) II. 531. — Die Form der A. soll sich bei schneller, die der Hornblende bei langsamer Abkühlung bilden II. 543, dagegen II. 544 ff. — Gebirgsarten II. 617—675. — Glimmer auf zersetzten Krystallflächen des A. II. 871—872, 1397, 1421, 1423. A. und Gyps finden sich auf Erzlagerstätten nicht selten zusammen I. 781. — Der Hornblende ähnlich (Uralit) II. 533 ff. — A. und Hornblende chemisch unterschieden II. 856 ff., 915, 1093, A. oder Hornblende in Gesteinen II. 916. — A. u. H., ihre Kalkerde wird stets als Carbonat fortgeführt, ihre Magnesia theilweise II. 832. — Kalkerde und Magnesia, Maximum und Minimum II. 540. — Kalkerde scheidet sich gewöhnlich in gröfserem Verhältnisse als Eisenoxydul aus, doch auch umgekehrt II. 832. — In Kalksteinen II. 860. — A., welche in dem körnigen Kalk von Ersby eingeschlossen sich finden, Bildung I. 520. — Im körnigen Kalk (Kokkolith) II. 531. — Kalk-Talk-A. II. 513 ff. — Kokkolith auf nassem Wege entstanden II. 531, 567. — Die Kieselsäure nimmt bei seiner Umwandlung in Uralit, Asbest, Speckstein, Cimolit und Opal zu II. 772. — Künstlich dargestellt II. 773. — Auf Lagern (A.) II. 531. — In der Lava eine plutonische Bildung II. 473. — Löslichkeit II. 978, in Salzsäure II. 981. — Malakolith auf nassem Wege entstanden II. 531, 567. — M. schon etwas zersetzt II. 516. — Natron im A. II. 523, 527, 564. — Prüfungen II. 511. — Pseudomorphosen brausen meistens mit Säuren II. 565. — Sauerstoffquotient II. 513. — Speckstein, Menge, die der A. liefern kann II. 553, 554. — Strahlstein, geschmolzener, krystalllisirt in der Augitform II. 543, Tremolit verhält sich ebenso II. 543. — Uebergang in Bronzit und Diallag II. 604 ff. — Umwandlungen II. 532, 828 ff., 1505, wie sie er-

folgen II. 541 ff., ohne Veränderung des Volumens II. 542, nicht immer von aufsen nach innen, sondern auch im Innern II. 536, 537. — Umwandlungsprocesse: in Asbest II. 546—549, besteht in einem theilweisen Austausch der Kalkerde gegen Magnesia II. 549, in Chabasit (?) II. 600, in Cimolit II. 554—555, bei dieser Umwandl. werden aufser der Thonerde alle Basen fortgeführt II.554, U. einer ganzen Gestein-Masse in Serpentin II. 551, in Glimmer II. 561—565, in Granate II. 568—572, in Grünerde I. 806. II. 561—565, in Hornblende II. 532 ff., 539, 540, 583, das Chemische in dieser Umwandlung II. 540 ff., der erste Akt, wobei sich nur das relative Verhältnifs der Kalkerde und Magnesia ändert II. 541, in Hornblende und Granat oder in Hornblende und Magneteisen II. 568ff., kann nicht durch eine aus Gebirgsklüften strömende Hitze erfolgt sein II.569ff., A. Hornblende und Glimmer in Speckstein umgewandelt II. 552, in Jaspis II. 622, in Kieselsäurehydrat (Opal) II. 556, in Magneteisen II. 572, in Pinit II. 600, in Serpentin II. 550, 609, was bei dieser Umwandlung aufgenommen und ausgeschieden wird II. 1490 ff., nach Serpentin II. 1470, in Speckstein I. 792 und II. 551, darin kohlensaurer Kalk II. 552, in Uralit II. 150, 534—539, nach Wernerit II. 601. — Uralit II. 532 ff. — Veränderungen II. 511, 515 ff., 526, (des Sahlits) entsprechen den allgemeinen Gesetzen der Zersetzung Kalksilicate-haltiger Mineralien II. 517. — Eine Verdrängung der Kalkerde und des Magnesiasilicat durch Thonerdesilicat kann gedacht werden II. 555. — Verhalten zu Säuren II. 473, 510—512. — Vorkommen II. 528—532. — Zersetzung II. 511, 532. — Z. des Bustamit in Pyrolusit II. 559. — Zersetzung des Kalk-Manganoxydul-Augit in Braunit und Pyrolusit II. 557, 559, 811, ist mit einer gänzlichen Fortführung der Magnesia und nur theilweise der Kalkerde verknüpft II. 558. — Der Zersetzungsprocefs an verschiedenen Stellen eines Sahlitkrystalles geht ungleich von Statten II. 518. — Z. durch Säuren nur unvollkommen I. 447. — Bei gänzlicher Zersetzung werden Kalk und Magnesia extrahirt II. 448. — Zinkoxyd in ihm II. 1884. — Zusammensetzung II. 509 ff., 856—857.

Augit, gemeiner, ein wesentlicher Gemengtheil des Basalt, Dolerit, Augitporphyr, Melaphyr, Mandelstein und der Laven II. 531. — Kommt in Höhlungen nur sparsam vor II. 532.

Augite, magnetische, II. 636.

Augite, thonerdefreie, Zusammensetzung II. 513 ff.

Augite, thonerdehaltige, II.521—522. — Formel für sie II. 856. — Welche Rolle die Thonerde in ihnen spielt II. 521 ff. — Uebergang in Diallag und Bronzit II. 604—606. — Zusammensetzung II. 523—527.

Augitgesteine, Albit scheint nicht vorzukommen II. 634. — Alkalien, aus deren Menge ist nicht zu ermitteln, ob thonerdehaltiger Augit vorhanden ist II. 632. — Anorthit äufserst selten II. 635. — Analyse dieser Gesteine, Methode bei derselben, das gesonderte Verfahren läfst viel zu wünschen übrig II. 628 ff., 671, 980, diefs zeigt namentlich das Verhalten der Lava zu Säuren II. 629. — Vereinfachung der A. II. 637 ff. — A. enthalten fast nur schwarzen, schwarzgrauen, grünen und Tombackbraunen Magnesiaglimmer II. 1417, 1436. — Granat im Dolerit II. 635. — Von Hornblendegesteinen unterschieden II. 944. — Labrador-A., Sauerstoffquotinet der normalen II. 630 ff. — Magneteisen durch die

Magnetnadel zu erkennen II. 636. — Mineralien, nach unbestimmten Verhältnissen zusammengesetzte, nicht in ihnen II. 639. — Nephelin manchmal in beträchtlicher Menge in A. II. 635. — Oligoklas ist ein Gemengtheil II. 633 ff. — Olivin II. 635. — Die Schichtung kann durch Umwandlung verloren gehen, oder sie kann auch hervorgerufen werden II. 1003. — Turmalin ist diesem Gesteine völlig fremd II. 635. — A., welche vulkanische Feuer ausgehalten haben, nehmen später mit dem Wasser organische Substanzen auf II. 1032. — Zersetzungsprocesse, das Alter derselben reicht fast ebenso hoch hinauf, als das ihrer Bildung II. 2150. — In ihrer Zusammensetzung zeigen sie die gröfste Mannichfaltigkeit II. 627, diefs ist einer eruptiven Entstehung wenig günstig und hätte die Plutonisten zum Nachdenken führen können II. 627. — Ihre jetzige Zusammensetzung ist nicht die ursprüngliche II. 1159.

Augit-Granat-Kies-Blende Formation II. 1871 ff.

Augitkrystalle (Uralit) ausgeworfen vom Vesuv, Stromboli und Aetna II. 2268, 2270, 2282. — Neben Hornblendekrystallen II. 859 ff., jene von älterer Bildung als diese II. 860, mit welchen Feldpathen beide vorkommen II. 860. — Einen Kern von Augit enthaltend, Salzsäure extrahirt aus ihnen 3 Proc. II. 628. — A. und Uralitkrystalle kommen nie zusammen vor, es sei denn mit A. verwachsen II. 533, 538, sind begonnene Umwandlungen II. 538. — Von Vulkanen ausgeworfen II. 531.

Augitlava, Zusammensetzung II. 670—673.

Augitporphyr II. 617. — Als Conglomerat II. 618. — Drusenräume mit Kalkspath und Chalcedon erfüllt II. 618. — Eisenkies in ihm II. 618. — Erhebung II. 767—768. — Die Grundmasse gleicht einem Serpentin II. 609. — Durch sie Hebung des Kalkstein, rothen Porphyr und Sandstein II. 768, Uebertreibungen II. 769. — Jaspis in denselben II. 623. — Magneteisen aus ihnen entstanden II. 573 ff., 579 ff., 618. — Uebergang in grünen Schiefer II. 624 — 626. — Umwandlungsprocefs in Kaolin, zersetzter Labrador in ihnen II. 617, in Magneteisen II. 579—583. — In Uralit umgewandelter Augit in ihnen II. 617. — Verwitterung II. 617. — Wassergehalt II. 618.

Aurichalcit II. 1992, 1999.

Auripigment II. 1936. — Arsenige Säure bildet sich in ihm II. 1936. — Umwandlung nach Realgar II. 1936. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1936.

Ausfüllungsmassen in Spalten und Höhlenräumen sind keine abgeschlossenen Ereignisse II. 313.

Ausscheidung, Processe derselben, II. 254.

Ausschram II. 2094—2095. — Aufgelöste Substanzen werden ihm zugeführt II. 2095. — Regeneration des ursprünglichen oder eines ihm ähnlichen Gesteins II. 2095.

Austern-Schalen, die Austern scheiden sehr viel Kalk aus dem Meere ab I. 972, und bauen damit ihre Schalen II. 1580. — Frische und vorhistorische, Verhalten zu Salzsäure II. 1137 ff. Erscheinungen beim Auflösen derselben in Salzsäure II. 1138. — Löslichkeit im Meerwasser II. 1137. — Die Membrane in denselben schützen gegen Auflösung II. 1139. — Menge des Meerwassers, das zu ihrer Bildung erforderlich ist I. 970 ff. — Die Schuppen auf der Aufsenseite, Zusammensetzung II. 1154. — Schwerlöslichkeit im Meerwasser, Versuche II. 1137, wie viele aus dem dem Meere zugeführten Rheinwasser gebaut werden können II. 1524.

Auswürflinge, vulkanische, enthalten auf nassem Wege gebildete Mineralien I. 783. — Von Olivin II. 678 ff., nicht im geschmolzenen Zustande ausgeworfen II. 679 ff. — Des Vesuv II. 464 ff.

Auvergne vulkanische Thätigkeit I. 318.

Aventurin II. 1271.

Axinit I. 685, 688. — Löslichkeit II. 978.

B.

Baccillarien, ihre Panzer bestehen aus Kieselsäure I. 982.

Bäche nähren Salzquellen I. 200. — Versinkende B. I. 15.

Baku, Exhalationen brennbaren Gases, Naphta- und Petroleum-Quellen II. 1748.

Baregin in heifsen Schwefelquellen II. 116.

Baryt wahrscheinlich im Augit I. 429 ff. — In basaltischen Gesteinen I. 615–616. — Im Braunit I. 424. — Wahrscheinlich in Feldspatharten I. 429 ff. — Ein Gemengtheil des Granit, wahrscheinlich als Silicat I. 611, 614. — Im Glimmerschiefer u. Gneifs I. 420. — In Mandelsteinen nicht aufzufinden I. 419, 430. — Mit Manganoxyd in chemischer Verbindung I. 433. — Mit Mangansuperoxyd als Quellenabsatz I. 422. — Im Meere II. 1563. — Prüfung von Gebirgsarten auf denselben I. 431. — Prüfung des Granit auf denselben I. 610. — In Quellen I. 416. — Im Thonschiefer I. 420. — Vorkommen ziemlich häufig II. 434.

Baryt, kieselsaurer, Löslichkeit I. 612. — Findet sich als einfaches Silicat nicht im Mineralreiche I. 613, 614, 789, wahrscheinlich aber in zusammengesetzten S. I. 617. — Verhalten zu schwefelsauren Salzen I. 612.

Baryt, kohlensaurer, in Quellen II. 2103–2104. — Wird durch schwefelsaure Salze in gewöhnlicher Temperatur zersetzt I. 617. — Umwandlungsprocefs in schwefelsauren Baryt I. 618, durch Gyps I. 619 ff. — Vorkommen I. 418.

Baryt, schwefelsaurer, s. Barytspath.

Barytharmotom I. 418–419. — Bildung I. 615. — Vorkommen I. 408 ff.

Barytocalcit, mit Schwefelkupfer imprägnirt II. 1910. — Umwandlungsprocefs in Barytspath I. 624, in Quarz II. 1309. — Zusammensetzung noch nicht im Klaren II. 2105.

Barytspath, Absatz des Baryt aus herabfliefsenden Gewässern I. 608. — Bildung I. 595, 602 ff. 614, 615, 625, B. in Gängen keine plutonische I. 603–607, sondern auf nassem Wege I. 602. — Als primäre Bildung I. 617. — Flüssigkeit in ihm I. 601. — Processe, wodurch er gebildet wird I. 625. — Durch Schwefelkupfer gefärbt II. 1910. — Von Silberfäden getragen II. 2066. — Mit gediegenem Silber II. 2063–2064. — Auf drahtförmigem Silber I. 600. — Strengflüssigkeit I. 601. — Umwandlungsprocesse: nach Baryto-Calcit I. 624, in kohlensaures Bleioxyd I. 635. in Brauneisenstein I. 635 u. II. 1334, in Chalcedon I. 635 u. II. 1307–1309, in Eisenkies I. 635 u. II. 1334, in Eisenspath II. 1334, in Psilomelan I. 433, 635 u. II. 1367, in Quarz I. 635 u. II. 1307–1309, nach Witherit durch Gpys I. 618–623. — Verdrängung des B. I. 635. — Verhalten zu alkalischen Silicaten I. 612. — Zum Porphyr in der Glühhitze I. 611. — Ein Versteinerungsmittel II. 230, von Holz und Coniferen-Zapfen II. 1842. — Vorkommen I. 599–600, ein sekundäres I. 601. — Zersetzung durch kohlensaure Alkalien I. 626–628, durch kohlenstoffhaltige Substanzen I. 625.

Barytspathgänge, Bildung I. 630–631. — Ihr Nebengestein

enthält keine schwefelsauren Salze I. 609.
Baryt - Kupfer - Formation II. 1875.
Barytspathlager I. 436. — Bildung I. 629.
Basalt II. 693—794. — Alkalien, ihr Gehalt im Basalt II. 840. — Alk. in frischem und zersetztem B. I. 406. — Die Alk. enthaltenden Theile der B. können vom Nephelin herrühren II. 2263, wie diefs aus den chemischen Analysen approximativ zu erkennen ist II. 2263. — Analysen II. 694—703. — Analysen seiner Umwandlungsprodukte II. 799—803. — Arsenik in ihm II. 1769, 1901, 2090. — Eine aschgraue Rinde der B.-Säulen gehört zu den gewöhnlichen Erscheinungen II. 722. — Augitkrystalle widerstehen meist der Zersetzung II. 724. — Ausscheidung des Magneteisen nach der säulenförm. Abscheidung spricht für die plutonische Bildung des B. II. 588—591, 593. — Seine Bestandtheile in Meteorsteinen II. 722. — Bildung von Basalt-Conglomeraten I. 799. — Bild. basaltischer Gesteine aus feuerflüssigen Massen II. 737, 744. — Ist von späterer Bildung II. 804. — Bild. durch Umwandlung eines sedimentären Gesteins auf nassem Wege kann nicht Statt finden II. 779. — Sind die B. plutonische Bildungen, so können sie sich nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zustande befinden II. 2254. — Der Brauneisenstein im B. rührt von Wackenthon her II. 805. — Starkes Brausen mit Säuren II. 1026, braust um so mehr, je mehr er zersetzt ist II. 480. — Auf Bruchflächen Wassertropfen I. 236. — Ihre Classifikation ist noch nicht gelungen II. 2254. — Durch Dämpfe von Schwefelwasserstoff und Salzsäure werden B. stark angegriffen II. 724. — Unter hohem Druck geschmolzener B. enthält Olivin u. Magneteisen II. 684, 774. — Das Eindringen im geschmolzenen Zustande mit hydrostatischen Gesetzen nicht im Widerspruche II. 746 ff. — Eisen wird bald mit den Basen fortgeführt, bald bleibt es als Eisenoxydhydrat zurück II. 715, 834. — Eisen in gröfserer Menge in ihnen, als in Melaphyren II. 840. — Die eisenhaltigen Mineralien herrschen in ihnen vor II. 841. — Eisenopal ein Zersetzungsprodukt des B. II. 797. — Eisenoxydul, kohlensaures, in bedeutenden Mengen in ihm II. 716. — Der B. erfüllt stets mächtige Spalten, auf Anglesea, aber nur wenige Zoll mächtige B.-Gänge II. 738. — Erhebungen durch ihn veranlafst II. 768. — Erstarrungsgesetze, geschmolzener Massen in engen Spalten, Versuche, numerische Elemente für sie zu finden II. 739. — Als eruptive Masse kann der B. nicht in enge Gangspalten eingeführt worden sein I. 742—744. II. 803. — In Erzgängen keine Veränderung durch B. II. 798. Farbe, rothe, des bunten Sandstein wird nicht durch ihn verändert II. 756. — Aus feuerflüssigen Massen das Basaltgestein entstanden II. 737. — Folgerungen II. 703 ff. — Soll in Formen von Augit, Hornblende und Labrador vorkommen II. 804. — Je frischer der B., desto mehr, und je mehr er zersetzt ist, desto weniger wird von der Salzsäure extrahirt II. 718. — Gefrittete oder geflossene Zustände im Nebengestein der Basaltgänge, verwirrte Ansichten II. 758. — Der gelatinirende Gemengtheil wird durch Verwitterung fortgeführt II. 705, 834. — Gemengtheile des B. II. 705—706. — Gemengtheile in der Eisensteingrube Alte Birke II. 795. — B.-Gerölle nicht an steilen Abhängen II. 723. — Glimmer enthaltend II. 1416 ff., nur im zersetzten B. II. 1418,

1462. — B. u. Glimmer, Schmelzversuche II. 1404. — Grauwakken-Fragmente, ob auch im B. II. 732. — Infiltrationsprodukte, ob auch diese in nachbarlichen Säulen vorkommen II. 593. — Jüngere, rheinische B., haben bei ihrer Hebung nicht das Schiefergebirge gewaltsam durchbrochen II. 1059, 1065. — Kalkgehalt I. 381. — B. liefert Kalk und Natron den Mineralquellen I. 381—384. — Kalkspath in ihm II. 701. — Kieselsäure in geringerer Menge in ihm, als in den Melaphyren II. 841. — An den Kohlen keine deutlichen Wirkungen II. 764. — Die Kohlensäure hatte nicht die Kalkerde, sondern nur das Eisenoxydul ergriffen II. 805, 813. — Kohlenstoff-haltige Substanzen in ihm II. 700. — Im Laacher-See gelegener, auffallende Umwandlungen II. 983. — Der Labrador wurde vollständig zersetzt, und seine Bestandtheile fortgeführt II. 805. — Lagerartig zwischen sedimentären Formationen II. 745. — Magneteisen in ihm II. 588 ff., ob alles Magneteisen in ihm Titaneisen ist? II. 594. — Magneteisen in einer Zersetzungskruste II. 711. — B. sind der mechanischen Zerstörung durch Gewässer weniger als der Thonschiefer unterworfen II. 730. — B. des Minderberges enthält Gneifs- und Granit-Bruchstücke II. 57. — Muschelkalk neben ihm nahm kohlensaure Magnesia auf II. 1155 ff. — Manchmal in nachbarlichen Säulen II. 592. — Liefert Natron und Kalk den Mineralquellen I. 381—384. — Natron wird bei gänzlicher Zersetzung in viel gröfserem Verhältnisse als Kali fortgeführt II. 717, 843, 844. — Nebengestein der B., dessen Veränderungen in der Nähe von Vulkanen II. 760. — Nephelin in ihm II. 704. — Olivin ein charakteristischer Gemengtheil II. 677. — Gänzliches Verschwinden desselben II. 687, 709. — O. ist das erste Mineral im B., welches der Zersetzung unterliegt II. 714 ff. — Organische Substanzen in bedeutenden Mengen im B. vorhanden II. 801. — Pyrolusit ein Zersetzungprodukt des B. II. 806. — Quellen, süsse, aus demselben I. 549—550. — Auf Quersprüngen sind die Bruchflächen meist mit einem ocherbraunen Ueberzuge bedeckt II. 723. — B. der Rhön II. 2255, 2263. — Säulenförmige Absonderung des bunten Sandstein ein Beweis für den heifsen Zustand des B. II. 754, 755. — Salze in ihm I. 474. — Die Sohle in B.-Brüchen häufig mehr oder weniger zersetzt II. 723. — Sphärosiderit in Drusenräumen des B. II. 800, 804. — Tagwasser waren in ungeheuren Mengen eingedrungen II. 803. — Die Thäler nicht von ihm durchbrochen II. 726. — Thon, plastischer, Verhalten zum berührenden B. II. 764. — Thonerdesilicat kann bei Zersetzung des B. entweder zu- oder abgeführt werden II. 713. — Mit Thonschiefer in unmittelbarer Berührung ohne die mindeste Veränderung des letzteren II. 760 ff. — Titaneisen in ihm II. 591 u. 593—594. — Uebergang des B. in Lava II. 731, in Wacke II. 625 u. 786 ff., und in Wackenthon II. 796 ff. geht in grofsartigem Mafsstabe von Statten II. 805. — Die Umwandlungen des Augit und Labrador zeigen, welche Umwandlungen die B. erleiden können II. 2256. — Umwandlungs- und Zersetzungsprocesse des B. II. 1419, 1421 können in Erzgängen am besten wahrgenommen werden II. 795, 796, in Glimmer II. 1419, 1421. — Veränderung des B. einmal durch Verlust von Kieselsäure, ein ander Mal durch Verlust von Basen II. 710, 834. — Verhalten zu Säuren II. 588. — Verwitterbarkeit von

aufsen nach innen fortschreitend II. 720, Unterschiede in derselben II. 338 ff., Ursache davon II. 339. — Nach gänzlicher Verwitterung zeigt sich manchmal Schichtung II. 723. — Wacke enthält viel Eisenoxydul II. 802, sie ist das erste Umwandlungsprodukt des B. II. 805. — Wasser, chemisch gebundenes, in allen B. II. 589, 618, 641. — Wassergehalt II. 589. ist das Maafs für die mehr oder weniger fortgeschrittene Umwandl. II. 2256. — Wirkung der Hitze des B. auf Braunkohlen II. 764 u. 766—767, auf plastischen Thon II. 763. — Wechsellager von zersetztem und unzersetztem B. II. 750. — Zersetzung II. 720—723. Bestandtheile, die sich durch dieselbe ausscheiden II. 707—719. — Dafs bei der Zersetzung des B. das Eisenoxydul der höheren Oxydation widersteht, rührt von organischen Substanzen her II. 717, 802. — Zersetzter B. Kupfer enthaltend II. 702. — Ganz zersetzter B. braust nicht mit Säuren II. 724. — Bei der Zersetzung kann mehr von der Kieselsäure als von den Basen fortgeführt werden II. 707, 709. — Zersetzungsprodukte II. 797. — Zersetzung, ungleiche, in drei verschiedenen Stücken II. 721. — Zusammensetzung II. 693 ff., 799 ff., 841. — Zusammensetzung veränderter und unveränderter B. II. 695 ff. — Die Zusammensetzung ihrer durch Salzsäure zersetzbaren Theile entspricht vielen Zeolithen II. 2264.

Basalt, geschmolzener, erleidet eine bedeutende Contraktion bei der krystallinischen Erstarrung II. 751. — Kann in engen Spalten aufsteigend, nur kurze Wege zurücklegen II. 752 ff.

Basaltberge, wie die Zersetzungsprocesse in ihnen zu denken sind II. 808 ff., Kohlensäure die Grundursache II. 809.

Basalt-Conglomerate, Bildung II. 799.

Basaltgänge mit Erzgängen II. 795 ff. — Kalkerde und Kieselsäure, wohin sie gekommen sind II. 808. — Ihre Mächtigkeit II. 738. — Mit Saalbändern II. 751, 762—763. — Mit Thonschiefer in unmittelbarem Contakt II. 760. — Umwandlungs- u. Zersetzungsprocesse der B. können in ihnen am besten wahrgenommen werden II. 795. — Veränderungen des Nebengesteins II. 752 ff., bald reichen sie kaum 1—2 Zoll, bald zeigen sie sich gar nicht II. 759. — Bei der Zersetzung des B. wurden bedeutende Mengen Kieselsäure, alle Kalkerde und Alkalien fortgeführt II. 807, dagegen Wasser, organische Substanzen und Kohlensäure aufgenommen II. 807.

Basaltgesteine II. 2254 ff. — Baryt in ihnen I. 615—616. — Bildung aus feuerflüssigen Massen II. 737, 744. — Basaltgesteine und granitische Massen, Sonderung in denselben II. 18. — Kohlensaures Natron aus ihnen extrahirt I. 367—368. — B. deren Sauerstoffquotinet mit dem der Augitlaven übereinstimmt II. 2254—2255 und nicht übereinstimmt, welches der eruptiven Entstehung nicht günstig ist II. 693 ff., 2255—2256.

Basaltkegel, ihre Höhe im Verhältnisse zu der der Grauwacke II. 725 ff., 1065, die Grauwacke hat sich mehr erniedrigt als die B. II. 730.

Basaltkugel, künstlich geschmolzene II. 734, langsam erkaltend zeigt keine krystallinische Bildung II. 774.

Basaltlager im Wechsel mit Liasschichten II. 748.

Basaltmassen, hervorragende II. 723.

Basaltsäulen, eine aschgraue Rinde gehört zu den gewöhnlichen Erscheinungen II. 722. — Zwischen ihnen theils mechanische Absätze (ocheriger Thon) theils chemische (Arra-

gonit) II. 751. — Senkrechte und wagerechte II. 756.
Basaltschichten, deren Störung und Zerspaltung II. 745, ähnliche Erscheinungen bei Vulkanen II. 745.
Basaltströme aus Kratern II. 734—735, dieser Ursprung bei vielen nicht nachweisbar II. 736 ff.
Basalttuff, Baumstämme enthaltend II. 1040, 1041.
Basanomelan II. 1956.
Basen, die Borsäure spielt die Rolle einer solchen im Mineralreiche (?) I. 685-686. — Die Kieselsäure ist in den Gewässern mit ihnen verbunden I. 769—770. — Durch Gewässer werden sie mehr als Kieselsäure fortgeführt II. 650. — Die Opale sind selten frei von ihnen I. 828—829.
Bassenheim, Mineralquelle, deren Analyse I. 360.
Batrachit II. 677.
Baumstämme (siehe Baumstämme, fossile). Umstände, unter denen sie aufrechtstehend auf den Meeresgrund gelangen II. 1849. — Durch Fäulnifs wandeln sie sich in eine schwärzlichblaue, dem Torfe ähnliche Substanz um II. 1809. — Schwimmen im Wasser, wenn nicht ihre Wurzeln mit Erde und Steinen beladen sind II. 1809.
Baumstämme, fossile, aufrecht stehend in grofser Zahl II. 1852. — Ausfüllungsmasse, Analyse derselben II. 1846, ist Schieferthon II. 1846. — B. zwischen Basalttuff Arragonit und Kalkspath enthaltend II. 1040—1041, Erklärung dieses Vorkommens II. 1042. — Entstehung von auf mechanischem Wege versteinerten B. II. 1846, sie sind entweder an Ort und Selle gewachsen, oder in ihre Fundorte geführt worden II. 1846, Kritik beider Ansichten II. 1846 ff.; der häufige aufrechte Stand der fossilen Baumstämme scheint eine Stütze für die erste Ansicht zu sein, aber auch im Treibholze kommen sie vor II. 1848 ff., 1852. — Waren ursprünglich hohle Bäume II. 1851. — Lager derselben wechseln mit Thon- und Sandlagern II. 1810. — Pflanzen-Abdrücke und Stengel in versteinerten Stämmen II. 1844, woher sie rühren mögen II. 1844. — Rinde, deren Conservation II. 1843, Umwandlung derselben in Kohle II. 1852. — Schieferthon, Baumstämme in ihm, theils unmittelbar auf Steinkohlenflötzen stehend II. 1826, 1844; ihre Versteinerung durch kohlensauren Kalk und Kieselsäure II. 1827, 1830, die Zersetzung und Fortführung der organischen Materie durch schwefelsaure Salze II. 1828, durch Eisenkies auf Kosten des schwefelsauren Kalk II. 1829. — Der schwefelsaure Kalk ist es vielleicht, welcher das Vegetabilische fortführt II. 1853. — Ein in Sphärosiderit umgewandelter Knopf II. 1845. — Steinkohlenformation, fossile B. in verschiedenen Lagen, im Innern mit demselben Gestein, welches sie aufsen umgiebt, erfüllt II. 1843 ff. — B., deren Wurzeln sich in verschiedenem Niveau befinden II. 1850. — Wurzeln, wie ihre Ausfüllung mit Schieferthon zu denken ist II. 1853. — B., grofse Zellen enthaltend, konnten mit Sedimenten erfüllt werden II. 1851.
Baumstämme, hohle, Wurzeln in ihnen II. 1844.
Bay-Absätze II. 1600.
Bear River ergiefst sich in den Great-Salt-Lake II. 1744.
Becke I. 15.
Bedlay, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1748.
Bellerbor, Analyse I. 360. — Kohlensäure-Entwicklung I. 268.
Beraunit II. 2006.
Bergkalk enthält Infusorien I. 955.
Bergkrystalle in Drusenräumen II. 1277. — Einschlüsse in ihnen II. 1289. — Der Endpunkt der Reihe kieseliger Bildungen II. 1225. — Auf Erzgängen II.

1276. — Grofse B. in Gängen und Drusen, wie ihre Bildung zu denken ist II. 1056, 1058. — Glühverlust II. 1227. — In Kalksteinen, Zersetzungsprodukte von Feldspath II. 302. — In Krystall-Kellern II. 1277. — Künstliche Darstellung II. 1283—1284.
Bergmehl, das von Degerenfors enthält Kieselsäure und organische Materie I. 977. — Kieselsäure in ihm, aber keine Magnesia I. 982. — Aus Schalen der Panzer-Infusorien bestehend I. 977.
Bergschlipf I. 29.
Bergseife I. 801.
Bergtalg II. 1801.
Bergtheer, Vorkommen II. 1802 ff. — Zersetzungsprodukt vegetabilischer Substanzen II. 1801, 1803.
Bernstein ist theils ein Edukt, theils ein Produkt II. 1799. — Wie er sich aus Holz gebildet haben kann II. 1790, mit bedeutendem Verluste II. 1797. — Insekten und Pflanzen, eingeschlossene, sprechen für ein Ausfliefsen aus Holzstämmen II. 1798, anderes Vorkommen spricht für eine Bildung aus Holzsubstanz II. 1799. — Verwitterbarkeit II. 1799. — Vorkommen meist mit Braunkohlen-Trümmern II. 1797—1798.
Berthierit II. 1940.
Bertrich, Mineralwasser, dessen Analyse I. 391.
Beryll, Umwandlung in Brauneisenstein II. 1372, in Glimmer II. 1427.
Bessarabien, Salzabsätze an den Küsten II. 1717 ff.
Bestege II. 2094.
Beuvrame, Analyse II. 1522.
Bievre, Analyse II. 1521.
Bildungen, siehe kieselige, kalkige Bildungen u. s. w.
Bildungen, geologische, fordern grofse Zeiträume II. 1055.
Bildungen, krystallinische, aus amorphen Massen II. 332.
Bildungen, primäre und sekundäre, ihr Unterschied verschwindet immer mehr II. 2175.
Bildungen, sedimentäre, Resultate I. 925 ff.
Bilin, Josephsquelle I. 271, 278, 373.
Bimssteine, Alkaliengehalt in Vergleichung mit dem in Obsidianen II. 2232. — Bei Ausbrüchen, vulkanischen, werden B. bis zu unglaublichen Entfernungen fortgeführt II. 2236. — Bildung der B., frühere Ansichten über sie II. 2224, Bildung aus zelligem, blasigem Trachyt durch Verwitterung II. 2224. — Feldspathkrystalle, glasige, in ihnen II. 2223. — Kali, der gröfsere Theil desselben im Laufe der Zeit von Natron verdrängt II. 2232, 2233, 2240. — Die B. am Laacher-See sind unzweifelhaft vulkanische Bildungen II. 2224, Ursprung derselben II. 2231; Ursprung der B.-Ueberschüttungen in den Umgebungen des Laacher-See aus dem Kruffter Ofen II. 2234 ff., was dafür spricht II. 2237 ff. und wie die Fortführung durch die Luft zu denken ist II. 2238 ff. Es waren wenigstens zwei Ueberschüttungen II. 2235, Höhenverhältnisse II. 2237. — Lagerungsverhältnisse II. 2235. — B. auf Lipari sind unzweifelhaft vulkanische Bildungen II. 2224. — Obsidiane, Entstehung der B. aus ihnen II. 2205—2206, unter welchen Bedingungen sie in B. übergehen II. 2224. — Der Rhein hatte zur Zeit der B.-Ueberschüttungen einen höheren Wasserlauf als jetzt und bildete im Neuwieder Becken einen See II. 2236. — Sauerstoffquotient II. 2246. — Trachytische Gesteine, Entstehung der B. aus ihnen, Analysen II. 2206, 2227 ff. — B. und Trachytporphyre, Beziehungen II. 2202. — B. auf Vulcano sind unzweifelhaft vulkanische Bildungen II. 2224. — Zunehmender Wassergehalt II. 2233, damit verknüpfte Abnahme der in Säuren löslichen Theile II. 2234, Erklärung dieser Er-

scheinung II. 2234. — Zersetzte B. II. 2228. — B. sind Zersetzungsprocessen sehr unterworfen II. 2231—2232.
Bimsstein - Conglomerate II. 2235. — Entstehung der B.-C. bei Engers II. 2236, 2240—2241.
Bimsstein - Trümmergestein II. 2240.
Bimssteintuffe, Entstehung II. 2241. — Lagerungsverhältnisse II. 2241. — Schliefsen Opale und verkieselte Stammtheile ein, welches auf Ausscheidungen von Kieselsäure deutet II. 2241, diese lieferte das Material für Kieselpanzer der Süsswasser-Infusorien II. 1251, 2241.
Bindemittel der Sandsteine, siehe Sandsteine.
Biresborn, Mineralwasser, dessen Analyse I. 391.
Bismuthit, Umwandlung nach Wismuthglanz und nach gediegenem Wismuth II. 2002, wie sie zu denken ist II. 2002. — Zusammensetzung II. 2002.
Bistineau, See II. 1535—1536.
Bittersalz, Bildung I. 593. — Efflorescenzen II. 1108. — Vorkommen I. 592.
Bittersalzsee am Kigatsch II. 1740, 1744, Analyse II. 1740. — Ein Doppelsalz, welches sich aus ihm abscheidet II. 1741.
Bitterspath, Umwandlungsprocesse: in Brauneisenstein II. 1333 ff., in Chalcedon II. 1148, 1304, in Eisenspath II 1333 ff., nach Kalkspath II. 1116, 1119, warum diese Umwandlung stattfinden kann II. 1149, sie widerspricht nicht dem Gesetze, dafs das verdrängende Mineral schwerlöslicher als das verdrängte ist II. 1149, in Galmey II. 1180, 1197, in Pyrolusit II. 1180, 1367, in Quarz II. 1148, 1304, in Stilpnosiderit II. 1333 ff., in Zinkoxyd, kieselsaures, II 1196 ff. — Verdrängung durch Kieselsäure II. 1148. — Verhält sich gegen mehrere Mineralien wie Kalkspath, er wird von Eisenspath, Brauneisenstein, Pyrolusit und Kieselzink verdrängt II. 1149. — Vorkommen II. 1117, 1147.
Bitumen in krystallinischen Gesteinen II. 99. — In sedimentären Formationen eine bedeutende Gröfse II. 34. — Zusammensetzung II. 1800.
Blasenräume s. Drusenräume.
Bläser, siehe Kohlenwasserstoff-Exhalationen.
Blättererz II. 1956.
Blei, im Brauneisenstein II. 1769, 1901. — In Fukus-Arten II. 1564. — In Ocherlagern II. 2084 ff. — In Quellen II. 2079 ff. — In Steinkohlen II. 1769, 1901. — Im Thonschiefer II. 1769, 1901.
Bleierde, erdiges Weifsbleierz mit Eisenoxydhydrat gemengt II. 2000.
Bleierze, Arseniksäure nur selten in ihnen, nur in einigen Pyromorphiten II. 2133.
Blei- und Zink-Formation, kiesige II. 1872. — Klinoëdrische II. 1873. — Fortführung der Unterlage II. 1873.
Blei, gediegenes, äufserst selten II. 2074.
Bleiglanz (siehe auch Bleispath und Schwefelblei). Bildung I. 940, aus löslichen Bleisalzen II. 324, B. künstliche II. 1906—1907. — Im Feldspath II. 2098. — Seine Form durch einen Ueberzug von Brauneisenstein erhalten II. 1338. — Mit dem Ganggesteine oft wiederholter Wechsel II. 1875. — In einem Kalklager in grofser Verbreitung II. 2096. — Kohlensäure, eine Wirkung derselben auf B. war auf künstlichem Wege nicht wahrzunehmen, wohl aber, wenn Kohlensäure und Wasserdampf über glühenden B. strömten II. 1316. — Silber, gediegenes, auf ihm II. 2065, mit künstlichem Schwefelsilber geschmolzen wird letzteres durch Wasserdämpfe in haar- und moosartige Formen reducirt II. 2069—2070. — Von Silberfäden getragen II. 2066. — Umwand-

lungsprocesse: in Bleioxyd, kohlensaures und molybdänsaures II. 1926 ff., in Bleivitriol II. 1316 ff., 1926 ff., nach Bournonit II. 1926, 1931, in Brauneisenstein II. 1337, 1931, in Buntkupfererz II. 1931, in Dolomit II. 1191, Fahlerz nach Bleiglanz-Trümmern II. 1931, in Gelbbleierz II. 1979, in Kieselzink II. 1931, in Kupferglanz II. 1931, in Mennige II. 1926 ff., 2047, in Pyromorphit II. 242, 1926 ff., 1931. — Verdrängung durch Quarz, das Genetische hierin II. 1313—1319, 1931. — B. wurde nicht als solcher verdrängt, sondern nach vorheriger Umwandlung in kohlensaures Bleioxyd II. 1314. — Ein Vererzungsmittel II. 233, 2129. — Ein Versteinerungsmittel II. 230. — Vorkommen II. 1926.

Bleigummi II. 1902.

Bleihornerz, Bildung II. 2016—2017. — Umwandlungsprocesse: in Bleiglanz ist nicht wahrscheinlich II. 2017. — In Bleioxyd, kohlensaures, II. 2000, 2017. — Vorkommen II. 2016—2017.

Bleilasur, Bildung ist eine sehr neue II. 2013, möglicher Weise aus Bleiglanz und Kupferkies II. 2014. — Umwandlung in kohlensaures Bleioxyd II. 2000, 2014. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 2013.

Bleioxyd, Vorkommen II. 1894, in Stollenwassern II. 1930.

Bleioxyd, gelbes, Vorkommen II. 2047.

Bleioxyd, kieselsaures, nicht bekannt II. 1894. — Künstliches sehr schwerlöslich II. 1894. — Wird durch Schwefelwasserstoff zersetzt, löst sich aber nicht in Schwefelwasserstoff-Wasser auf II. 1899.

Bleioxyd, kohlensaures, Bildung durch Zersetzung des Bleiglanz II. 2002. — Mit anderen Carbonaten II. 2002. — In der Form von Bleiglanz II. 1315. — Künstliches kohlensaures Bleioxyd ist in reinem Wasser höchst schwerlöslich, löslicher in kohlensaurem Wasser II. 2001. — Löslichkeit II. 234, ist löslicher als schwefelsaures, phosphorsaures, chromsaures und molybdänsaures Bleioxyd und Bleiglanz II. 1984. — Umwandlungsprocesse: nach Barytspath I. 635, nach Bleiglanz II. 1926 ff, nach Bleihornerz II. 2000, Zusammensetzung des noch nicht umgewandelten Bleihornerzes und des umgewandelten II. 2000, wie die Umwandlung erfolgt ist II. 2000—2001, nach Bleilasur II. 2000, nach Bleivitriol II. 1316—1318, 2000, in Brauneisenstein II. 1338 ff., in Kieselkupfer II. 1885, 2001, in Kupferlasur II. 1999, nach Leadhillit II. 1317, 2000, in Malachit II. 1999, 2001, in Mennige II. 1920, 2047, in Pyromorphit II. 1930, in Quarz II. 1305, 2001. — Ein Vererzungsmittel II. 234. — Vorkommen fast stets mit Bleiglanz II. 1999. — Aus der Zersetzung von Bleiglanz hervorgegangen II. 1314. — Vielen Zersetzungen unterworfen II. 1875, durch molybdänsaures Ammoniak und molybdänsauren Kalk II. 1980, in kohlensaurem Wasser gelöst durch phosphorsaures Ammoniak II. 2005, auch durch chromsaures Kali II. 1984.

Bleioxyd, molybdänsaures, Umwandl. nach Bleiglanz II. 1926.

Bleioxyd, schwefelsaures, Löslichkeit II. 1927. — Wird durch Kalkbicarbonat vollständig zersetzt II. 1318.

Bleioxyd, selenigsaures II. 2021.

Bleioxyd, wolframsaures, Vorkommen mit Wolframit II. 1977 und wie es aus letzterem entstanden sein mag II. 1977-1978.

Bleisulphocarbonat (siehe Leadhillit). Ist eine noch nicht vollendete Umwandl. des Bleivitriol in kohlensaures Bleioxyd II. 2013.

Bleivitriol Umwandlungsprocesse: nach Bleiglanz II. 1316 ff.,

1926, 2010, in kohlensaures Bleioxyd II 1316—1318, 2000. — Vorkommen II. 2013.
Blende (Schwefelzink). (Siehe Zinkblende). Absatz aus Gewässern I. 936—938. — B. und Eisenspath, fünfmal wiederholter Wechsel II. 1874. — Umwandlungsprocefs in Brauneisenstein II. 1337. — Ein Vererzungsmittel II. 233, 2129.
Bocklet, Säuerlinge I. 254.
Bodensee, Absätze II. 1577, 1581. — War ehemals viel gröfser als jetzt II. 1598. — Steigen und Fallen II. 1530, 1535. — Mittlere Tiefe und Temperatur II. 1530. — Verhältnifs seines Wassers zu dem des Rhein II. 1530.
Böhmisches Mittelgebirge, Säuerlinge, I. 244.
Bogdo-See, Analyse II. 1741.
Bohrlöcher, Gasentwickelung vor dem Niederstofsen I. 284—285. — Menge der Gewässer derselben I. 161—162. — In den mit Soole erfüllten Bohrlöchern sammelt sich unten eine stärkere Salzlösung als oben an II. 1711 ff., siehe Dürrenberg. — Temperatur derselben I. 161—162. — Die Temperatur-Zunahme nach dem Innern ist durch B. nicht zu bestimmen I. 138—140. — Ursprung der Gewässer aus denselben I. 185. — Bedeutende aus ihnen ausfliefsende Wasser-Quantitäten I. 185. — Bohrversuche zu Schönebeck I. 219—220.
Bol I. 801.
Bonsdorfit I. 487. — Umwandlung nach Cordierit II. 374.
Boracit im Gyps und mit Steinsalz I. 689. — Mag das Material zu Borsäure-Exhalationen liefern I. 690. — Resultate I. 691. — Vorkommen I. 684.
Borax, Verhalten zu Magnesiasilikat I. 689.
Borsäure I. 669 ff. — Spielt die Rolle einer Basis im Mineralreiche (?) I. 685-686, im Krater von Vulkano I. 673. — Ihr Ursprung in den Dämpfen auf V. 677. — In den Suffioni I. 669—673 und 675—677. — Ursprung d. schwefelsauren Ammoniak in der B. I. 676. — Verflüchtigung aus borsauren Salzen I. 674, mit Wasserdämpfen I. 670.
Borsäure-Exhalationen, ihr Verhalten zu vulkanischen Erscheinungen I. 678.
Borsäurehaltige Mineralien I. 682—683. — Resultate I. 691. — Vorkommen I. 684. — Borsäure-haltige Salze wahrscheinlich im Meere I. 688—689.
Botryogen II. 2012.
Botryolith I. 685.
Boulangerit II. 1940.
Bournonit II. 1940. — Umwandlungsprocefs in Bleiglanz II. 1926, 1931, 1941.
Brackel, Kohlensäure-Entwicklung I. 296.
Brahmapootra-Strom, wie viel schwebende Theile er dem Meere zuführt II. 1575.
Brandung, führt dem Meere das Material zu sedimentären Bildungen zu II. 1606. — Ihre Wirkungen waren in früheren Zeiten nicht stärker als jetzt II. 1618.
Brauneisenstein (Siehe auch Eisenoxydhydrat). Beobachtungen II. 1348. — Auf Bleiglanz als Ueberzug erhält dessen Form II. 1315, 1338. — Hydratwasser, dessen Fortführung in gewöhnlicher Temperatur II. 1346. — Eine Pseudomorphose mit Chalcedon überzogen II. 1343, mit Glimmer II. 1343, mit Kupfererzen II. 1343, mit Pyrolusit II. 1343. — Kommt mit Diamant vor II. 93. — Als umgewandelter Thonschiefer I. 910, 912. — Umwandlungsprocesse: nach Ankerit II. 1341 ff., nach Barythspath I 635 u. II. 1334 ff., nach Beryll II. 1372, nach Bitterspath II. 1333 ff., nach Bleiglanz II. 1337, 1931, nach kohlensaurem Bleioxyd II. 1338 ff., 2001, nach Blende II. 1337, in Chlorit II. 1327, nach Comptonit II. 1340,

in Dolomit II. 1192, nach Eisenglanz II. 381, 1351 ff, nach Eisenkies II. 1259, 1337, 1355, nach Eisenspath II. 826, 1341 ff., Analyse eines theilweise umgewandelten E. II. 1343, nach Flufsspath II. 1337, nach Gyps II. 1336, diese Pseudomorphose mit mürbem Feldspath erfüllt II. 1337, nach Kalkspath II. 1328—1333, nach Comptonit II. 1340, nach Pyromorphit II. 1338 ff., 2010, nach Quarz II. 1259 und 1337, nach Rotheisenstein II. 1345 ff., nach Rothkupfererz II. 1338 ff., 2047, nach Skorodit II. 1353, 1354, 1989, nach Strahlkies II. 1353 ff., nach Würfelerz II. 1353 ff., 1989. — Ein Vererzungsmittel von Holz II. 232. — Versuche II. 1349.

Brauneisenstein-Gänge im Serpentin II. 1485.

Braunit, Baryt in ihm II. 424. — Umwandlung nach Manganit II. 1368 ff. — Vorkommen I. 424. — Wassergehalt I. 426. — Zersetzung des Rhodonit in B. II. 560.

Braunkohlen II. 1755 ff. — Absätze auf chemischem und mechanischem Wege II. 1508. — Alkalien in ihnen I. 866. — Analysen, Resultate derselben II. 1763 ff., Mittel II. 1767. — Bildung aus Blättern und Bäumen, welche durch Wasser in Becken und Meerbusen der Binnen-Meere geführt wurden II. 1809. In den Alpenseen finden sie noch jetzt Statt II. 1809. — Während ihrer Bildung aus Pflanzensubstanzen muss Schwefel aufgenommen worden sein II. 2128. — Bituminöses Holz wandelt sich beim Austrocknen in Pechkohle um II. 765, 1805, diese Umwandlung ist mit einer Sauerstoff-Absorption ohne Kohlensäure-Entwicklung verknüpft II. 765, 1804, und erklärt die verdorbene Luft in den Braunkohlen-Gruben II. 1804. — Bitumen, dessen Gegenwart schliefst die Einwirkung vulkanischer Hitze aus II. 765, 766. — Eisenkies in ihnen I. 923. — Erdige Bestandtheile der B. II. 1769, Analysen II. 1770; die ursprünglichen Bestandtheile sind durch andere ersetzt worden II. 1770. — Gehalt an Eisenkies, Schwefel und Wasser II. 1759. — B. und Kohlensäure-Exhalationen bestehen in keiner Beziehung I. 316. — Kohlensaurer Kalk, warum er in ihnen so selten auftritt II. 1759. — Pechkohle in Braunkohlen-Lagern kein entschiedener Beweis für die Einwirkung der Hitze II. 766, warum die Umwandlung nicht in den Gruben selbst stattfindet II. 1805, Sphärosiderit, Bildung desselben in B. II. 1841 ff. — Von Steinkohlen chemisch unterschieden II. 1759. — In tertiären Formationen II. 1759. — In den ersten Phasen der Umwandlung des Holzes in B. scheiden sich Sauerstoff und Wasserstoff in gröfserem Verhältnisse aus als in den letzten II. 1796; theilweise U. des Holzes in B. II. 1797, Umwandl. des Treibholzes und Zimmerholzes im Mississippi in B. II. 1778. — Unorganische Bestandtheile der B., warum sie viel weniger als die kohligen betragen II. 1811. — Veränderungen durch Berührung mit Basalt nicht deutlich zu erkennen II. 764. — Keine Veränderungen II. 767. — Zusammensetzung, worin sie von der der Steinkohlen abweicht II. 1767—1768.

Braunkohlenformationen, an Eisenerzen reich I. 945-950. — Quellen, süfse, aus denselben I. 549—550.

Braunspath, ein Verdrängungsmittel von Steinsalz II. 1688.

Braunstein, siehe Pyrolusit und Mangansuperoxyd. B., barythaltiger, I. 425. — Kohlenstoff und Stickstoff in ihm I. 426.

Braunsteingänge im Melaphyr I. 472 ff. — Rühren vom Augit her II. 801, 811.

Brevezit I. 854.
Brewsterit, Vorkommen I. 418, 420, 616.
Brientzersee, tief pistaciengrün II. 1572.
Brochantit II. 2012—2013. — Enthält Zinnoxyd in löslicher Modification II. 2023.
Brockengestein II. 2094.
Brohlthal, Mineralquellen, Analyse I. 358.
Brom wahrscheinlich in Gesteinen I. 475. — In Organismen I. 476. — Silber kann in Schwefelmetallen nicht mit ihm verbunden sein II. 2019.
Brommagnesium in Mineralquellen I. 477.
Brommetalle II. 2015 ff.
Bromsilber II. 2018. — Auf Gängen I. 475. — In alten Münzen I. 476. — Umwandlung in gediegenes Silber II. 2018 ff., der Procefs ist schwierig zu erklären II. 2019. — Zersetzung der Schwefelmetalle II. 2019.
Bromüre I. 475—477. — In Gesteinen I. 475. — Im Mineralwasser I. 477. — In Quellen I. 476—477.
Bronhardit I. 790.
Bronzit II. 602—616. — Magneteisen manchmal in ihm II. 610. — In Olivinkugeln II. 1496. Erscheint als stark eisenhaltiger Speckstein II. 605. — Uebergang des Augit in B. und Diallag II. 604—606. — Umwandluugsprocefs in Serpentin II. 608—609. — Vorkommen II. 602, 607, mit Quarz und Serpentin ist bemerkenswerth II. 608.
Bronzit, magnetischer, II. 636.
Brookit (Titansäure) Vorkommen und Zusammensetzung II. 2037, siehe Titansäure.
Brudeldreis I. 245.
Brunnen, ihre niedere Temperatur in der Nähe eines Flusses I. 96—101.
Brunnen, artesische, I. 42, 55—57 u. 265. — Einflufs der Ebbe und Fluth auf dieselben I. 68—71. — Gasentwickelung aus denselben I. 64—65, Entwickelung von Kohlensäure I. 66, von Kohlenwasserstoff I. 65, von Schwefelwasserstoff I. 64. — Hebungen des Bodens durch dieselben I. 72—73. — Nutzen derselben I. 73. — Theorie derselben I. 58—61. — Führen Sand und Thon mit sich I. 62—63. — Zu Beaulieu lebende Aale in denselben, zu Bochum lebende Fische mit sich führend I. 60 u. 61, zu Berg I. 56, in China Kohlenwasserst.-Exh. I. 65 u. 66, zu Cormeille und St. Deuze Schwefelwasserstoff-Exhalationen I. 64 u. 65, zu Elbeuf lebende Aale I. 60 u. 61, zu Grenoble I. 59, zu Hill I. 66, zu Kanstadt I. 56, zu Langenbrücken Schwefelwasserst.-Exh. I. 64 u. 65, zu Lillers I. 59, zu Marietta Kohlenwasserst.-Exh. I. 65 u. 66, zu Münster I. 57, zu Melem plötzliche Luftströme I. 63, zu Montmorency Schwefelwasserst.-Exh. I. 64 u. 65, zu Neusalzwerk Kohlensäure-Exh. I. 66, zu Pautin, Pierrefite, St. Queen Schwefelwasserst.-Exh. I. 64 u. 65, zu Rocky Kohlenwasserst.-Exh. I. 65 u. 66, zu Rothenfels I. 59, zu Tours, Ueberreste von Pflanzen und Muscheln I. 60 u. 61, in Würtenberg Kohlensäure-Exh. I. 66.
Brunnen, negative, artesische, I. 66—67. — Nutzen I. 73. — Die äufsere Pressung stärker als die innere I. 63. — Zu Dürrenberg I. 73, in Griechenland I. 67, in Jamaica I. 68, am Lac de Joux I. 67, bei Paluns I. 66.
Buntkupfererz, Umwandlung nach Bleiglanz II. 1931, nach Kupferglanz II. 1911 ff., Kupferkies auf dieser Pseudomorphose II. 1914, in Kupferpecherz II. 1924, oder auch in, mit Eisenocher gemengtes Rothkupfererz II. 1924. — Ein Vererzungsmittel II. 233, 2129. — Vorkommen II. 1910—1911, 1913. — Zusammensetzung II. 1911, 1913.
Buratit II. 1909.
Burgbrohl, Kohlensäure-Ent-

wicklung I. 246, 254, 264, 280, 294, 305, 351. — Mineralquellen, deren Analysen I. 357.
Burrampooter, seine Delta im Meerbusen von Bengalen II. 1603. — Führt dem Meere nur noch die feinsten Theile zu II. 1604.
Burtscheid, heifse Quellen, ausströmende Gase I. 309.
Bustanit I. 813. — Zersetzung in Pyrolusit II. 559. — Zersetzter B. II. 811.
Bystolith II. 861.

C.

Calamiten, durch Sphärosiderit versteinert, Analysen II. 1831 ff. — Bildung II. 1841. — Die unlöslichen Theile haben die Zusammensetzung der Schieferthone II. 1832.
Caledonit ist eine noch nicht vollendete Umwandl. des schwefelsauren Bleioxyd in kohlensaures Bleioxyd II. 2013.
Calldorf, Kohlensäure Entwicklung I. 286.
Camillenberg, Gruppe der Mineralquellen daselbst I. 360.
Canäle, horizontale, Kohlensäuregas in denselben I. 370.
Cannstadt, Kalktuff-Lager I. 894.
Canton bildet kein Delta II. 1600.
Carbonate, siehe kohlensaure Salze.
Carlsbads Sprudelsteine I. 290, 291 u. 887—890. — Heifse Quellen, Kaligehalt I. 404.
Carlshafen, Kohlensäure-Entwicklung I. 286.
Cerin siehe Orthit.
Cerine titanifère II. 1878.
Cerit II. 1877.
Ceroxyd und Lanthanoxyd, Vorkommen II. 1879.
Ceroxydul u. Lanthanoxyd, Vorkommen II. 1877 ff.
Chabasit I. 844, 854. — Nach Augit (?) II. 600, nach Hornblende (?) II. 600, 877—878, 880.
Chagey, Porphyr daselbst II. 926—928.
Chalcedon, amorphe Beschaffenheit, krystallisirt nicht II. 1245. — Auflöslichkeit in Kalilauge II. 1244. — Auf Barytspathgängen II. 1276. — In Drusenräumen II. 1277. — Auf Erzspathgängen II. 1276. — Ein Gemeng aus Quarz und Opal II. 1243 ff. — Glühverlust II. 1226—1227. — In Kalilauge theilweise löslich II. 1244. — Löslichkeit II. 978. — Aus Opal hervorgegangen II. 1236. — Zwischen Opal und Quarz II. 1235. — Im Porphyr in Schnüren II. 1276. — Auf Quarzkrystallen nach Kalkspath II. 1245. — Umwandlungen: nach Barytspath I. 635 u. II. 1307—1309, nach Bitterspath II. 1148, 1304, nach Datolith II. 1321 ff., nach Flufsspath II. 1300, 1309—1313, nach Kalkspath II. 1299—1304, nach Pyromorphit II. 1319, 2010. — Verhalten zu Flufssäure II. 1244.
Chalkolith II. 2010.
Chamoisit I. 804.
Chara in Schwefel umgewandelt II. 154.
Chara-Arten scheiden bedeutende Mengen kohlensaure Kalkerde ab II. 1621.
Charisacha, salzhaltiger Flufs, der sich in den Elton-See ergiefst II. 1732. — Analyse II. 1734. — Kann nicht von reinen Steinsalzlagern herrühren II. 1734. — Nähert sich der mittleren Zusammensetzung des Meerwassers II. 1734.
Chemie, sie überliefs früher das Genetische blofs den Geognosten und Mineralogen II. 827, später griff sie sowohl in die Geogenie, als in die Physiologie ein II. 827 ff.
Chiastolith und Andalusit II. 358—360, Umwandlung: in Glimmer II. 363—364, in Speckstein II. 365, in Talk I. 793; II. 89. — Vorkommen der wasserfreien Thonerdesilicate (Chiastolith) nicht im Feldsteinporphyr II. 2334. — Zersetzung II. 361 (s. Andalusit).

Chiviatit II. 1937.
Chlor im Eläolith in chemischer Verbindung I. 473. — Im Feldspath II. 473. — In Gesteinen I. 462 ff. — In Lava I. 696. — Im Nephelin in chemischer Verbindung I. 473. — Silber kann in Schwefelmetallen nicht mit ihm verbunden sein II. 2019. — im Sodalith I. 473. — Verflüchtigung I. 569.
Chloralumium Bildung II. 2161. — Findet sich im todten Meere II. 2166. — Verhalten zu kohlensaurem Kalk II. 2164.
Chlorapatit und Fluorapatit I. 488, 704, 707.
Chlorblei in den Fumarolen des Vesuv durch Schwefelwasserstoff in Schwefelblei-Schüppchen umgewandelt II. 276.
Chlorcalcium, Bildung durch Zersetzung von Kochsalz und feuchtem Kalkstein I. 864. — Ch. u. Chlormagnesium im Feldsteinporphyr I. 554—557. — Im Flufswasser nur selten und in sehr geringen Mengen II. 2163. — Ch. und Chlormagnesium im Gesteine überhaupt I. 561. — Chlorcalcium in chemischer Verbindung im Apatit I. 705. — In dem Granit der Bergstrafse I. 562. — In krystallinischen Gesteinen I. 555 ff. u. 563. — In krystallinischen Gesteinen in der Glühhitze I. 566. — Hauptquelle für die Bildung sekundärer phosphorsaurer Mineralien I. 705. — Nicht im Meerwasser II. 1550. — In Mineralquellen ein seltener Bestandtheil I. 553. — Im Porphyr I. 565. — Vorkommen nur in wässriger Lösung II. 781. — Wirkung auf die Vegetation I. 596. — Zersetzung durch alkalische Silicate und Bildung von Kalksilicaten II. 779, 2160, Z. durch Thonerdesilicate II. 2161 ff.
Chlorit II. 1463 ff. — Bildung auf dem Meeresgrund II. 500. — Bildg. aus Granulit, Eklogit und Granit II. 1484, aus Porphyr II. 2331, aus Mineralien oder Gesteinen, welche alkalische Silicate enthalten II. 1506, seine Bildg. ist ein nothwendiger Procefs zum Verbrauche der in den Gewässern enthaltenen kohlensauren Magnesia II. 502, 1155, B. durch pseudomorphe Processe I. 794; II. 402. — Fluor in ihm I. 522—523. — Ch. steht in genetischer Beziehung dem Glimmer, Serpentin, Speckstein II. 1463 und Talk sehr nahe II. 1219. — Löslichkeit II. 978. — Ist Serpentin plus Thonerde II. 1478. — Vollkommene Spaltbarkeit und Theilbarkeit II. 1219. — Ch. und Talk stehen dem Glimmer sehr nahe II. 1219. — Im Thonschiefer I. 811. — Uebergang in Glimmerschiefer schwebt noch im Unklaren II. 952 ff. — Umwandlungspocesse II. 498: nach Brauneisenstein II. 1327, nach Feldspath II. 90, 252, 307, 567, 1464 ff., wie diese Umwandl. zu denken ist II. 1483, nach Flufsspath II. 1465, nach Granat I. 449; II. 90, 486—487, 494—495, 1464 ff., nach Hornblende II. 90, 865, 1464 ff., nach Kalkspath II. 1465, nach Magneteisen II. 1326, 1465, nach Turmalin II. 90, 448. — Verhalten zu Säuren II. 1464. — Als Versteinerungsmittel II. 1465. — Vorkommen II. 1463 ff. — In vulkanischen Auswürflingen II. 466 ff. — Zusammensetzung II. 1464.
Chlorit, eisenhaltiger, in den Drusen der Granite II. 625, 653, 833, der Melaphyre II. 653. — Ein Zersetzungsprodukt der Grundmasse der Melaphyre II. 654.
Chlorit, pseudomorpher, II. 1465.
Chloritgänge im Serpentin II. 1476 ff., 1485. — In ihnen manchmal Serpentin-Bruchstücke II. 1484.
Chloritschiefer II. 1466. — Analyse II. 1466. — Aus Diorit hervorgegangen II. 966. — Aus Hornblendeschiefer hervorgegangen II. 951 ff. — Magneteisen in ihm II. 584, 967. — Ue-

bergang in Serpentin II. 1474. — Umwandlung in Glimmerschiefer II. 953. — Ein Umwandlungsprodukt II. 90.
Chlorkupfer in den Fumarolen des Vesuv durch Wasserdämpfe in Kupferoxyd-Blättchen umgewandelt II. 277.
Chlorkupfererz II. 2015.
Chlormagnesium, Abscheidung aus dem Meerwasser siehe Steinsalz. — Chl. und Chlorcalcium im Gesteine I. 561. — Wird leichter als Clorkalium in der Glühhitze durch Quarz zersetzt I. 591. — Ch. und Chlornatrium in gemeinschaftlicher Lösung, Verhalten zu schwefelsaurem Kalk II. 1743, im Meerwasser, ihre Summen stimmen sehr nahe mit einander überein II. 1555. — Chlorm. im Feldsteinporphyr I. 554—557. — In dem Granit der Bergstrafse I. 562. — In krystallinischen Gesteinen I. 555 ff. — Die Löslichkeit des Chlornatrium durch Chlormagnesium vermindert II. 1727. — Ch.-Lösung mit Kochsalz gesättigt, löset nur sehr wenig schwefelsaure Magnesia auf II. 1737, wie viel Wasser sie aus der Luft condensirt II. 1739. — Im Meerwasser II. 1550, kann sich nicht im festen Zustande abscheiden, und kommt auch nur in wässriger Lösung vor II. 1682. — In vielen Quellen I. 642; II. 2166. — In Salzseen, steigt es bis zu einem gewissen Maximum, so kann kein schwefelsaurer Kalk aufgelöst sein II. 1742. — Umwandlung durch Einflufs der Meerespflanzen in kohlensaure Magnesia II. 1556. — Vorkommen nur in wässriger Lösung II. 781. — Zersetzungsprocesse II. 1702.
Chlormetalle II. 2015 ff. — Fern von Vulkanen können sie nur auf indirektem Wege entstehen II. 2015.
Chlornatrium, (s. auch Kochsalz und Steinsalz). Seine Abscheidung aus dem Meere, siehe Steinsalz. — Chlorcalcium scheint in demselben Verhältnisse, wie das Chlormagnesium, die Löslichkeit des Chlornatrium und des Chlorkalium zu vermindern II. 1727. — Ch. und Chlormagnesium im Meerwasser, ihre Summen stimmen sehr nahe mit einander überein II. 1555. — Ch. und Kalisilicat zersetzen sich II. 985. — Seine Löslichkeit im Wasser verliert es um so mehr, je mehr Chlormagnesium darin gelöst ist II. 1726, die Summe des Gehaltes an beiden Salzen scheint stets nahe gleich zu sein II. 1727, 1737 ff. — Steigt das Chlornatrium in Salzseen bis auf ein gewisses Maximum, so kann kein schwefelsaurer Kalk aufgelöst sein II. 1742.
Chorophäit I. 804, 805.
Chlorophyllit I. 487. — Nach Cordierit II. 375, 382, 386.
Chlorospinell II. 1903.
Chlorsilber in alten Münzen I. 476. — Zersetzung durch Schwefelmetalle II. 2019 ff.
Chlorüre I. 457—477. — In Flufswassern sind sie nur in geringer Menge enthalten II. 1527, wo sie in bedeutender Menge vorkommen, rühren sie vom Meerwasser her II. 1516, 1529. — In Fossilien I. 466—473. — In krystallinischen Gesteinen I. 564. — In krystallinischen Gesteinen in der Glühhitze I. 567—568 u. 591. — In verschiedenen Mineralien I. 466 ff. — In Quellen I. 458—461. — In sedimentären Gesteinen I. 475. — In vulkanischen G. I. 462 ff.
Chlorüre, alkalische, Bildung II. 780.
Chondodrit I. 512, 514 ff. — Bildung I. 515. — In Kalksteinen I. 515, in K. aus Korallen und Conchylien-Resten II. 1211. — Umwandlung in Serpentin II. 1469.
Chonikrit I. 759, 777. — Steht dem Serpentin nahe II. 1493.
Chromeisen, Vorkommen und Zusammensetzung I. 802; II. 2038.

Chromocher II. 2039, 2329. — Zersetzungsprodukt der Feldsteinporphyre II. 2339.
Chromoxyd, kieselsaures, Vorkommen II. 1879.
Chromsäure kann ebenso wenig wie Arseniksäure vorkommen, da beide leichtlöslich im Wasser sind II. 2039, 2042.
Chrysoberyll, auf alterirten Flächen Glimmerblättchen II. 1398 ff. — Grüner Chr. II. 1903.
Chrysopaserde, grüne, II. 1891.
Chrysotil I. 777. — Im Granit oder Syenit (?) II. 648 siehe, Olivin; als Serpentin angeführt II. 1473.
Cimolit I. 767. — Nach Augit II. 554—555. — Bildung I. 797. — Vorkommen I. 797.
Cluthalit I. 854.
Coaks aus Stein-Braunkohlen II. 1776.
Cobern, Mineralquelle, deren Analyse I. 360.
Cölestin, Umwandlung in Feuerstein II. 1249. — Verhalten zum Porphyr in der Glühhitze I. 637. — Vorkommen I. 414, 636 ist ein sekundäres I. 637—638.
Cölestinspath auf Pseudomorphosen von Eisenskies nach Barytspath II. 1335 ff.
Columbit, Vorkommen und Zusammensetzung II. 1959—1960.
Comptonit, Umwandlungsprocefs in Brauneisenstein II. 1340.
Conder, Mineralquelle, deren Analyse I. 360.
Conduerit II. 1950.
Conglomerate, Ausfüllungsmasse von Baumstämmen II. 1843. — Sind chemische und mechanische Sedimente II. 1570. — Das Gerölle zu ihrer Bildung konnte nur durch Störung und Fluth auf dem Grunde der Flüsse und des Meeres fortgeführt werden II. 1827.
Conglomerate, basaltische, Olivin in ihnen II. 678.
Conifern-Zapfen, durch Barytspath versteinert I. 600; II. 1842.
Contactwirkungen zeigen sich nicht an Kalksteinen, welche sich mitten im Granit finden II. 2346. — Erfolgen auf nassem Wege II. 1090—1091 u. 1098. — Total verschiedene C. können nicht von gleicher Ursache herrühren II. 1011. — Widersprüche in denselben II. 1016.
Conzierit, Umwandlung in Talk II. 89, 307.
Coquimbit II. 2012.
Cordierit, 2 Abtheilungen II. 392. — C. und Andalusit II. 357—402. — Anfangspunkt einer Reihe von Uebergängen I. 487. — C. oder Dichroit II. 369. — Als Gemengtheil von Gebirgsmassen II. 394—395. — Folgerungen II. 379 ff. — Kali im C., woher es kommt I. 849; II. 372. — In Krystallform eines andern Minerals kommt er nicht vor II. 369. — Organische Ueberreste in den Mineralien der Cordieritgruppe II. 393. — Von Säuren wird der C. um so weniger zersetzt, je weniger er verändert ist II. 370. — Scheerer gegen seine Umwandlungen II. 385—387. — Die Umwandlung beginnt mit Wasseraufnahme II. 371, 389. — Umwandlungreihe des C. II. 389 ff.: Aspasiolith nach C. II. 373, Bonsdorffit nach C. I. 487, 845; II. 263, 374, Chlorophyllit nach C. I. 487, 845; II. 263, 375, Cordierit-Gneifs nach Glimmerschiefer II. 398, Esmarkit nach C. I. 845; II. 263, 373, Fahlunit, harter, nach C. I. 487, 845; II. 263, 269, 372, Fahlunit-Varietätet nach C. II. 373, Gigantholith nach C. I. 487, 845; II. 263, 376, Glimmer nach C. II. 263, 395 ff., 402, Iolith, wasserhaltiger, nach C. I. 845; II. 263, Oosit nach C. (?) I. 845; II. 263, Pinit nach C. I. 487, 845; II. 263, 377—378, Praseolith nach C. I. 845; II. 263, 374, Pyrargillit nach C. II. 375, Talk nach C. II. 307, Weissit nach C. I. 845; II. 263, 375. — Einwendungen gegen die Um-

wandlungen des C. II. 384 ff., Widerlegung II. 385. — Vorkommen I. 845; II. 370, 394, 402. — Zersetzung II. 370 ff. — Zusammensetzung II. 369—370, 388.
Cornwall, Turmalinfels daselbst II. 445.
Corrolit II. 1937.
Corsika, Kugeldiorit daselbst II. 906—907.
Cotunnit II. 2016.
Couzeranit, Umwandlung in Talk II. 89, 307. — Vorkommen im körnigen Kalk II. 317.
Crednerit II. 2047.
Crichtonit II. 1956.
Cronstedtit I. 485.
Cuproplumbit II. 1937.
Cyanit Bildung II. 362. — Umwandlungsprocefs nach Andalusit II. 362, 365, 384. — Vorkommen der wasserfreien Thonerdesilicate (Cyanit) nicht in Feldsteinporphyren II. 2334.

D.

Dachschiefer I. 456. — Ungleiche Zersetzbarkeit II. 342.
Dämpfe, flufssaure, aus dem Innern I. 525—528.
Damburit I. 785.
Dammerde, Fällung des phosphorsauren Kalk in der Dammerde durch kohlensaures Ammoniak I. 710. — Wie viel Kieselsäure aus ihr extrahirt wird II. 1323—1324.
Darmstadt, Mandelsteine daselbst II. 1073—1074.
Datolith I. 685, 688. — Gangförmig in zersetztem Melaphyr II. 936—937. — Durch Kupferoxydul blassroth gefärbt II. 1890. — Umwandlung in Chalcedon II. 1321 ff.
Daubensee II. 1534. — Auf der Gemmi, Quellen aus ihm I. 30, 123, 128.
Davyn (Cancrinit) I. 833. — Bildung und Vorkommen I. 834. — Scheint ein in Zersetzung begriffener Nephelin zu sein II. 2259.
Dechenit II. 1985.
Dee, Analyse II. 1516. — Enthält sehr wenig kohlensauren Kalk II. 1623.
Delta (siehe Ganges u. s. w.), die Bildung der D. findet nicht Statt bei den Flüssen an der östlichen Küste von Nordamerika und an der westlichen von Europa II. 1601. — Im Bodensee II. 1598. — Formationen, sedimentäre, je mächtiger und verbreiteter sie sind, desto weniger können sie von Deltabildungen abgeleitet werden II. 1606. — Gruppirung ihrer Schichten in Seen II. 1597. — Im Hallstätter See II. 1599. — D., negative, II. 1605. — Deltas und periodische Strömungen des Meeres sind unvereinbar II. 1600 ff. — Sind sedimentäre Bildungen in Meerbusen II. 1603. — Sonderung der gröberen und feineren Theile in ihnen II. 1603. — Im Wolfgang-See II. 1599.
Delvauxit II. 2006.
Dermatin I. 777, 855. — Steht dem Serpentin nahe II. 1493.
Detritus, vegetabilischer, II. 1811. — Der in früheren Zeiten durch die Gewässer fortgeführte D. betrug im Verhältnisse zu den unorganischen Substanzen viel mehr als jetzt in cultivirten Ländern II. 1813 ff.
Diabas II. 943.
Diadochit II. 2006.
Diallag, u. Bronzit II. 602 ff., und Hypersthen II. 602—616. — Im Euphotid II. 950. — Gemengtheil, wesentlicher des Gabbro II. 602. — Mit Hornblende verwachsen II. 538. — Steht der Hornblende näher als dem Augit II. 538. — Uebergang des Augit in D. und Bronzit II. 604—606. — D., Umwandlung in Serpentin II. 609. — Kein ursprüngliches Mineral II. 607. — Verwachsung mit Hornblende II. 606. — Zusammensetzung II. 603.
Diamant, Begleiter des Brauneisenstein II. 93. — Seine Begleiter von verschiedener Entstehung II. 83. — Eine Bildung

auf nassem Wege II. 86—87. Bildg. durch Wirkung unorganischer Stoffe auf organische II. 91—92. — Im Dolomit (?) II. 1150. — Einschlüsse II. 86 ff. — Eisenoxyd wird von ihm reducirt II. 94, ebenso Eisenoxydulsilicat II. 94 ff. — In Gesteinen, die viel jünger als die Steinkohlen sind II. 91. — Im Itacolumit II. 84—85. — Vorkommen II. 82.

Diaspor I. 501; (siehe Thonerdehydrat). — Im Agalmatholith II. 2166, 2167. — Bildung II. 2165, 2166. — Wird durch Glühen in Schwefelsäure auflöslich II. 472. — Vorkommen II. 2165, 2166.

Dichroit, siehe Cordierit, II. 369.

Didymoxyd, siehe Ceroxydul und Ceroxyd.

Dimorphin II. 1936.

Diopsid, (siehe Augit). Nicht im Basalt II. 788. — Bildung in Gängen und Drusen II. 788. — Nicht in der Lava, aber in den Auswürflingen des Vesuv II. 788; — Löslichkeit in Salzsäure II. 978.

Dioptas, Vorkommen II. 1885. — Zersetzung durch Kohlensäure geht schwierig II. 1887, die durch Schwefelwasserstoff aber leicht von Statten II. 1896.

Diorit (siehe Albit, Anorthit, Kalkoligoklas und Oligoklas). Braust nicht mit Säuren II. 846. — D. von Corsica, der Feldspath ist Anorthit oder eine Varietät desselben II. 908 ff., Zusammensetzung (siehe Feldspath und Hornblende II. 906 ff.) Z. des D. als ein Ganzes II. 908. — Kalkstein ein Zersetzungsprodukt des D. II. 963. — Soll durch Kohlenbrände entstanden sein II. 353. — Kupfererze in ihm II. 971. — D. von Pont-Jean, der Feldspath ist Labrador oder eine Varietät desselben, es ist jedoch eine Verwechslung mit Oligoklas möglich II. 912, die Feldspathkrystalle im Rhombenporphyr und in einer Syenitvarietät scheinen Oligoklase zu sein II. 913, 1093, Zusammensetzung s. Feldspath und Hornblende II. 911. — Uebergang in Serpentin II. 1474. — Umgewandelter Thonschiefer II. 992. — Umwandlung in Chloritschiefer II. 966. — Zersetzungen II. 955—959.

Dioritlager, Umwandlung in Serpentinlager II. 867.

Disthen, Umwandlung in Talk I. 793; II. 89.

Dörfer, trockene, I. 17.

Dolerite, Analysen II. 2206. — Mehr Eisen in ihnen, als in den Melaphyren II, 840. — Die eisenhaltigen Mineralien in ihnen vorherrschend II. 841. — Erhebungen II. 768. — Folgerungen II. 669 ff. — Gehalt an Alkalien II. 840. — Granat im D. II. 469. — Magneteisen in ihm II. 584, selten Olivin II. 677. — Uebergang doleritischer und basaltischer Gesteine in trachytische II. 2214 (siehe Trachytdolerite). — Durch Umwandlung des Eisenoxydul im Magneteisen in Sphärosiderit verlieren sie ihre magnetischen Eigenschaften II. 840. — Unterliegen im Allgemeinen denselben Veränderungen wie die Basalte II. 842, 843. — Wirkung auf die Magnetnadel II. 667—668. — Zersetzte D. II. 668. — Verschiedenartige Zersetzungsprodukte II. 670, 708, 836. — Zusammensetzung II. 660 ff. 842.

Dolomit (siehe auch Dolomitisirung) II. 1099—1212. — Analysen II. 666—668. — Bildung II. 1099, 1173, 1174, 1180: Blum's Ansichten II. 1118 ff., v. Buch's II. 1099 ff., Favre's und Marignac's II. 1109—1111, dagegen II. 1109 ff., Forchhammer's II. 1112, Grandjean's II. 1112 ff., 1174, Haiginger's II. 1106, 1107, Morlot's II. 1108, Nauck's Beobachtungen und Ansichten II. 1115. — Seine Bildung soll unmittelbar auf die des Kalk gefolgt sein II. 1186, dagegen II. 1188 ff., durch Nach-

krystallisation II. 1187, dagegen II. 1187, im Bette des Nekkars II. 1188, dagegen II. 1188. — Bündige Beweise für seine Bildung durch hydrometamorphische Processe II. 1143, Gründe gegen eine eruptive Bildung II. 1173. — Wahrscheinlichste Bildung II. 1190. — Bildung keine plutonische II. 1100—1105. — Bitumen, aus dem Mangel an ihm kann nicht auf eine plutonische Metamorphose geschlossen werden II. 1163. — Kein direkter Absatz aus Gewässern II. 1124 — 1125. — Diamanten in ihm (?) II. 1150. — Eisen in sehr geringer Menge oder gar nicht in ihm II. 1111. — Eisenlager im D. II. 1158. — Eisenoxydul, kohlensaures, im D. II. 1104, 1195, 1196. — Die Erze jünger als er II. 1195. — Erzlagerstätten an D. gebunden II. 1191, ihre Bildung II. 1193 ff., 1209—1210. — Fossile Reste in demselben II. 1142. — D.-Gänge im Kalkstein lassen sich aus einer gleichzeitigen sedimentären Bildung nicht erklären II. 1166. — Gangförmiger D. II. 1165. — Der D. bei Gerolstein ist ebenso wenig reich an Versteinerungen, wie der benachbarte Kalkstein II. 1185. — Geschichteter u. nicht geschichteter D. II. 1100 ff., 1190 ff. — Von den Gewässern kann der D. auch als solcher fortgeführt werden II. 1193. — Glimmer nicht selten im D. II. 1157. — Grammatit im D. II. 860, 1157. — Höhlen im D. II. 1170. — Im Jurakalk II. 1171. — Kalknester im D. lassen sich aus einer gleichzeitigen sedimentären Bildung nicht erklären II. 1166. — Kalkspath in Klüften und Drusenräumen des D. II. 1108, 1115, 1178. — Kieselsäure in sehr geringer Menge oder gar nicht in ihm II. 1113. — Körnige Textur des D. u. des körnigen Kalk verschieden II. 1101. — Körniger Kalk in der Regel nicht so rein als D., Grund davon II. 1157. — Krystallinisch körnige D. sehr rein II. 1157. — Mangan-D. II. 1165 ff. — D. im Muschelkalk, deren Zusammensetzung im Verhältnisse zu der der Muschelkalke II. 1162, letztere sind Kalksteine, denen sehr veränderliche Mengen D. beigemengt sind II. 1162. — Quarz nicht selten im D. II. 1157. — Wie viel D. sich aus dem Rheinwasser bilden kann, welches dem Meere zugeführt wird II. 1154. — Die Seethiere scheiden keinen D. ab II. 1130. — Im südlichen Tyrol II. 1130. — Wie D.-Stöcke im Kalkstein entstehen II. 1169. — D. im Süsswasser-Kalk II. 1160—1161. — Talk nicht selten im D. II. 1157. — Steht zum Melaphyr in keiner Beziehung II. 1186. — Im Uebergangskalkstein II. 1164. — Uebergang des Kalkstein in D. II. 1102. — Umwandlungsprocefs, dessen Versinnlichung II. 1120. — Umwandlungsprocesse: in Brauneisenstein II. 1192, 1209, in Galmei II. 1192, 1209, U. des kohlensauren Kalk im Basalt in D. II. 1156, nach Kalkstein II. 279, 1163, 1186, auf chemischem Wege schwierig nachweisbar II. 1121, ob mit dieser Umwandlung eine Fortführung von Kieselsäure II. 1114 und eine Verminderung des Volumens des Kalkstein verknüpft war II. 1117, Umwandlung von Versteinerungen in D. II. 1102, 1142, 1185. — Keine ursprüngliche Bildung II. 1187—1188. — Zersetzter D. von sehr geringem Kalkgehalt II. 1193. — Seine aufserordentliche Zerspaltung II. 1164. — Bitterspath-Rhomboëder im D. II. 1101 ff. — Zinkoxyd, kohlensaures, im D. II. 1104, 1195—1196. — Zusammensetzung des D. und Bitterspath II. 1103—1105 u. 1193.

Dolomitisirung, Ansichten, unhaltbare, über sie II. 1167 ff. — Ausscheidung bei derselben II. 1157. — Im Contakte mit,

auf neptunischem Wege erfüllten Gängen II. 1158. — Durch Fortführung des überschüssigen kohlensauren Kalk II. 1112, 1176, findet nur bei reinen Kalksteinen statt II. 1178, wohin der ausgelaugte Kalk gekommen ist II. 1181, 1183, 1184, Versuche zur Erläuterung dieses Processes II. 1177, und wie viel D. die Kalksteine auf diese Weise liefern können II. 1177. — Gewässer haben sie von oben nach unten bewirkt II. 1167 ff. — Grofse Kalkmassen, welche im Fassathal fortgeführt wurden, machen es begreiflich, wie selbst ein geringer Magnesiagehalt in ihnen Material zur Dolomitisirung liefern kann II. 1472. — D. durch plutonische Umwandlung, Gründe gegen dieselbe II. 1184 ff.

Don, bei Aberdeen, enthält wenig kohlensauren Kalk II. 1623. — Analyse II. 1518.

Don, russischer, II. 1538. — Was er dem schwarzen Meere zuführt II. 1539.

Donau, Analyse II. 1511, 1538, 1588. — Aufgelöste Theile II. 1587. — Schwebende Theile II. 1587, enthalten Carbonate und wenig in Salzsäure auflösliche Theile II. 1588, stimmen mit der Zusammensetzung der Absätze des Rheines im Bodensee II, 1589. — Ursprung der Carbonate, und ob sie in das schwarze Meer gelangen II. 1589.

Donnersberg, Armuth der Quellen I. 560. — Süsse Quellen I. 558—559.

Doppelfluorüre, alkalische, im Glimmer I. 502.

Dornreifser, Analysen II. 1048, zeigen einen sehr geringen Gehalt an löslichen Salzen II. 1049. — Bandförmige Struktur II. 2093. — Gypsringe in grofser Anzahl II. 1054 ff. — Mit Gypsrosen überzogen II. 1054. — Vorzugsweise kohlensauren Kalk in concentrischen Ringen enthaltend II. 1045, in drusenartigen Stellen körnigen Kalk II. 1046. — Im Travertin ähnliche Bildungen II. 1047.

Dornsteine, Analysen derselben II. 1048. — Kieselsäure in denselben mit Basen verbunden II. 1050—1053. — Enthalten wenig lösliche Salze II. 1049. — In Nauheim II. 1045. — Strahlgyps in denselben II. 1047.

Doubs, Analyse II. 1520.

Drau, ihre Quelle reich an kohlensaurem Kalk setzt Kalktuff ab II. 1523.

Driburg, Erhebungsthal I. 295. Kohlensäure - Entwickelung I. 284, 287, 293, 296, 298, 299, 305, 319.

Druckhypothesen II. 388, 393, 466, 887, 962, 1025. — Der Druck hat keinen Einflufs auf chemische Verwandtschaft und befördert nicht das Auflösungsvermögen der Flüssigkeiten II. 1025, 1026. — Druck das Losungswort der ultraplutonischen Schule II. 38. — Warum der Druck nicht chemisch verändernd wirkt II 1025—1026, 1029. — Seine Wirkung beschränkt sich nur auf eine Aenderung des Aggregatzustandes der Körper II. 1030—1031.

Drusenräume, Alter, relatives, ihrer Einflüsse II. 286. — Ausfüllung I. 608. — Deren Ausfüllungsmassen sind stets Infiltrationsproducte II. 1057, aus kalten Gewässern entstanden II. 820 ff. — Bandförmige Struktur ihrer Ausfüllungen II. 2093. — Bildung grofser Feldspathkrystalle in ihnen II. 1056. — Bildungen, jüngere, der D. Kalkspath oder Arragonit, ältere Sphärosiderit oder Eisenoxydhydrat II. 820 ff., ähnliche Verhältnisse in der Ausfüllung der Mandeln im Melaphyr II. 820. — Bildungsart ihrer Einschlüsse II. 287. — D. des Granit, Chlorit, eisenhaltiger, in ihnen II. 625, 653, 833, Flufsspath in ihnen II. 625, Kalkspath in ihnen II. 657, Heliotrop in ihnen II. 1277. — Kie-

selsäure in ihnen, in beiden Modifikationen II. 231. — Kieselsäure scheidet sich früher in ihnen als kohlensaurer Kalk ab I. 702. — In Mandelsteinen, die Folge von Zersetzungsprocessen mit Raumverminderung II. 807. — D. und Spalten, Sonderungen in denselben II. 16.

Duckstein siehe Trafs.

Dürrenberg, Soole, Beobachtungen über zunehmenden Salzgehalt I. 211 u. 217. — Merkwürdiges Ereignifs I. 73, 207. — Ergiebigkeit der Soole I. 209. — Grofse Quantitäten fortgeführten Salzes I. 225. — Steinsalzlager nicht sehr fern I. 210. — Versuche über den Einflufs der niedersinkenden Salztheile I. 212, 220.

Durchbrüche durch Kohlensäure-Exhalationen nicht veranlafst I. 299—300.

Durchsichtigkeit der Mineralien, ihr Verlust II. 485.

Duttweiler, brennender Berg II. 122.

Dysluit II. 1902.

E.

Eaux Bonnes I. 46.

Ebbe und Fluth, Einflufs auf Absätze II. 1600 ff., auf artesische Brunnen I. 68—71. — Für die Geologie bedeutungsvoll II. 1602. — Die Ebbe führt die schwebenden Theile weit in das Meer hinein II. 1605, diefs hängt von constanten Ursachen ab II. 1618.

Efflorescenzen I. 853 ff., 864.

Ehlit II. 2008.

Ehrenbreitstein, Mineralquelle, Analyse I. 360.

Eichenholz, vermodertes, Humus aus ihm, wie er aus frischem E. entstanden sein kann II. 1790, diese Umwandlung giebt eine klare Vorstellung von der Umwandlung des Holzes in Stein- und Braunkohlen II. 1793.

Eifel, Kohlensäure-Entwickelung I. 244, 300, 302, 312, 318. Säuerlinge I. 244.

Eisen und Mangan setzen sich zuerst ab II. 823 u. 1370, Eisen früher II. 1370, 1967. — Ihr Ursprung in Quellen I. 410—411.

Eisenapatit I. 728; II. 2006, 2008, (phosphorsaures Eisenmangan) Bildung I. 728.

Eisenblau II. 2005. — Eine Ausfüllung von Belemniten, Gryphiten in Menschenknochen I. 725; II. 2006, Uebergang in Grüneisenstein II. 2006. — Zusammensetzung II. 2006.

Eisenblau, späthiges, Umwandlung nach Stilpnosiderit II. 1353ff.

Eisenerze II. 1325. — Ammoniak in ihnen II. 114—118. — Arsenik in ihnen II. 2078. — Bildung I. 882 ff., 901 ff., 917 ff., 940 ff.; II. 568, 806 ff., 812 ff., 830, 880, 959, 964 ff., 1060 ff., 1080 ff., 1325. — Bildung aus aufgelösten Eisensalzen und aus festen eisenhaltigen Substanzen II. 1364, aus den unorganischen Bestandtheilen des Holzes I. 924—931, aus Fukus-Arten I. 925 ff., aus zersetzten Fukus-Arten I. 769, aus verfaulten Seegräsern I. 865. — Künstliche Bildung I. 655, 916, 926, auf Geschieben, auf Mäusen I. 919, in einem Mineralwasser I. 918. — In Sümpfen I. 919. — In Braunkohlen I. 923. — Dass er in Drusenräume als solcher eingeführt worden sei, ist zweifelhaft II. 1322. — In Formen verschiedener Mineralien II. 1327. — In Gängen rühren von Eisensilicaten im Nebengestein her II. 1867, 2098, vom Glimmerschiefer II. 2098, Eisenerze in oberen Teufen, andere Erze in unteren Teufen der Gänge II. 1873, 2091, zu vermuthen, dafs es dieselben Gewässer waren, welche diese verschiedenen Absätze bewirkt haben II. 2091. — Gemenge mit Granat, Augit oder Hornblende manchmal in ihnen II. 571 ff. — Mit Kalkstein in inniger Verknüpfung II. 1060, 1084, abhängig von Schalstein-

und Grünstein-Bildung II. 1061. — Kupfer in ihnen II. 2079. — E. und Manganerze können sich aus denselben Gewässern an verschiedenen Orten absetzen II. 810, 1370, häufig auch gleichzeitig II. 825. — Petrefacten in ihnen II. 1061, aus Uebergangskalk hervorgegangen II. 1068. — Mit Pflanzenabdrücken, Analyse II. 1852. — Keine plutonische Bildung I. 940. — Mit Quarz, warum dieser das erste, Brauneisenstein das zweite Ganglied ist II. 2099. — E. und Quarz, Parallele zwischen ihnen II. 1341. — E. der Stein- und Braunkohlenformation in grofser Menge I. 949—950, Analyse II. 1833 ff., Berechnungen II. 1839, Bildung II. 1836 ff., 1863. — Umwandlungen unter sich, nicht aber in andere Mineralien II. 1325, 1363 ff. — Die E. werden durch 26 Mineralien verdrängt II. 1325-1327.—Vanadin in ihnen II. 1986. — Haben die meisten Verdrängungen in den Gängen bewirkt II. 2119. — Vorkommen I. 882 ff., 901 ff., 917 ff., 940 ff.; II. 568, 806 ff., 812 ff., 830, 880, 959, 964 ff., 1060 ff., 1080 ff., 1325.

Eisenerzgänge, wo die Ausfüllung Brauneisenstein ist, ist der Grauwackenschiefer braun, wo sie Eisenspath ist, ist er blau II. 759. — Verhalten zu Zinnerzgängen II. 2118.

Eisenerzlager im Dolomit II. 1158. — Eisen entstanden durch Verdrängung des kohlensauren Kalk durch eisenhaltige Gewässer II. 1180.

Eisen, gediegenes, Analysen II. 2075. — Mehrere Fundorte ged. E. II. 2077. — Nickelhaltig aber ohne Kohlenstoff II. 74. — Organische Substanzen, faulende, sind stets die Reduktionsmittel II. 2077, Kohlenwasserstoff-Verbindungen mögen einen besonderen Antheil nehmen II. 2078. — Platinerz, E. ein wesentlicher Bestandtheil desselben II. 2057, 2076. — Tellurisches ged. E. II. 2075. — Vorkommen in einem Laubholzstamme II. 2076.

Eisenglanz, kohlensaurer Kalk in Muschelschalen durch ihn verdrängt II. 1152. — In Kratern des Vesuv II. 118, 1325. — Umwandlung in Brauneisenstein II. 381, 1351 ff., in Kalkspath II. 381, in Quarz II. 1200, 1260 u. 1319. — Ein Vererzungsmittel II. 232.

Eisenglimmer im Taunusschiefer II. 1650. — Umwandlung in Kalkspath II. 169.

Eisenkies II. 1907. — Absätze desselben aus Quellen I. 917—919. — Analysen von Zersetzungsprodukten der E. II. 1356. — Bildung I. 918; II. 35, 1329, 1364, keine plutonische Bildung I. 935. — In Braunkohlen I. 923. — Eisenspath von ihm begleitet II. 2130. — In Faserkohle I. 924. — Die Fukus-Arten liefern Material zum E. I. 925—926. — Stets goldhaltig II. 2053. — Nicht im Kalk I. 921. — Kohlensäure durch ihn in die Atmosphäre geführt II. 54—55. — Kohlenstoff wird zu seiner Bildung in grofsen Quantitäten verbraucht II. 35. — In krystallinischen Gesteinen I. 930—931. — Mit Magnetkies in Gesellschaft II. 1361. — In Mifsbildungen II. 1685. — Schwefel ein Zersetzungsprodukt des E. II. 1358, 1361. — Wohin die Schwefelsäure des zersetzen E. gekommen ist II. 1357. — Von gediegenem Silber begleitet II. 1340. — In Steinkohlen I. 922. — Im Thone I. 921. — Umwandlungsprocesse: nach Arsenikkies II. 1360, nach Barytspath I. 635 u. II. 1334 ff., Cölestinspath auf diesen Pseudomorphosen II. 1335 ff., theils in Braun-, theils in Rotheisenstein umgewandelt II. 1359, in Brauneiseistein II. 1355 ff., Eisenoxydhydrat, unter welchen Bedingungen es in E.

umgewandelt wird II. 1365, mögliche Umwandl. in Eisenspath II. 1360, in Eisenvitriol II. 1357, 2011, Kalkspath in E. I. 932 u. II. 1328, 1333, nach Magnetkies II. 1360, nach Quarz I. 932; II. 1259 u. 1319, in Quarz II. 1260, in Rotheiseinstein II. 1355 ff., zeigt sich meist, wenn die ihn enthaltende Gebirgsart der Verwitterung unterworfen ist II. 1355, nach Rothgültigerz II. 1339 ff., 1938, nach Schwarzgültigerz II. 1339 ff., 1938, nach Sprödelglaserz II. 1339, in Strahlkies II. 1363, nach Strahlkies II. 1363, in Zinnober II. 1934. — Wie diese Umwandlungen zu denken sind II. 1359. — Ein Vererzungsmittel I. 920 ff.; II. 231, 2129, in Steinkohlen II. 1829. — Ein verkiester Bergmann II. 1364. — In Versteinerungen durch Eisenkies I. 920 ff. — Verwitterung II. 1356.

Eisenkiesel, Glühverlust II. 1226. — In Serpentin II. 1488, 1490. — Umwandlung nach Kalkspath II. 1299—1304.

Eisenlager, durch Verdrängung von Kalklagern entstanden II. 1152, 1333.

Eisennatrolith II. 2264.

Eisennickelkies II. 1947.

Eisenocher, als Absätze aus Quellen grofse Quantitäten derselben I. 904. — Arsenik in ihm II. 1769, 1901. — Römische Baureste unter denselben I. 373.

Eisenopal, brauner, ist Eisenoxydhydrat, schwarzer ist Mangansuperoxyd II. 797; (siehe Basaltgänge, alte Birke).

Eisenoxyd, Absatz desselben II. 806. — Formloses, durch Schwefelwasserstoff in Eisenkies umgewandelt II. 277. — E. und Kieselsäure, constantes Verhältnifs zwicshen ihnen II. 1240. — Löslichkeit I. 875. — E. und Manganoxyd meist in Gesellschaft II. 2043. — Umwandlung nach Kalkspath II. 1328—1333, diese Pseudomorphose mit Barytspath bedeckt II. 1333, nach Magneteisen II. 598—599. — Gehört zu den unveränderlichsten Mineralien II. 1220. — Zersetzt von Diamant II. 94.

Eisenoxyd, arseniksaures, das Vorkommen in Ocherlagern entspricht dem des Arsenikeisen in Eisenspathgängen II. 2088.

Eisenoxyd, molybdänsaures, II. 1982.

Eisenoxyd, phosphorsaures, in Sprudelsteinen I. 890, 891.

Eisenoxyd, schwefelsaures, II. 2012. — Durch dasselbe Zersetzung der Blende II. 1199.

Eisenoxydhydrat, (siehe auch Brauneisenstein und Eisenocher). Absätze I. 901—902. — Abscheidung des E. aus Gewässern findet vorzugsweise zuerst Statt, später die des Manganoxyd mit den Carbonaten der alkalischen Erden II. 806, 824, 1370. — Absatz aus heifsen Quellen I. 882 ff.; II. 815, aus kalten Quellen I. 901 ff. — Auflösung durch alkalische Bicarbonate II. 1327, wahrscheinlich auch durch kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia I. 875 ff.; II. 1327. — Kieselsäure und kohlensaurer Kalk scheiden sich nicht in so grofser Menge ab, wie kohlensaur. Eisenoxydul I. 901, 902. — Kohlensaurer Kalk in Muschelschalen durch E. verdrängt II. 1152. — Die Krystallisation des kohlensauren Kalk durch E. gestört II. 1053. — Pseudomorphosen nach Eisenzinkspath II. 1205. — Rothbraunes E. II. 1349. — Umwandlung nach Eisenoxyd II. 1350 ff., nach Zinkspath II. 1205. — Einer der unlöslichsten Körper II. 1205. — Auf den Verdrängungs-Pseudomorphosen II. 205—207. — Vorkommen in der Umgebung des Laacher-See I. 901, 904. — Wassergehalt II. 1350, sehr verschieden II. 1349 ff.

Eisenoxydsilicat, Bildung auf nassem Wege II. 783 ff. — E. und Manganoxydsilicat, Löslichkeit

I. 881. — Und Thonerdesilicat, Löslichkeit I. 881. — Vorkommen in Quellen und deren Absätzen II. 784.

Eisenoxydul, im Basalt oxydirt II. 37. — Im bunten Sandstein I. 454. — E. und Eisenoxydulsilicate I. 802 ff.; II. 1877. — Im gelben Sandstein I. 453. — In Grünerde und Grünsand I. 454. — Im Keupermergel I. 454. — Oxydation II. 802. — Durch seine Oxydation werden der Atmosphäre grofse Mengen Sauerstoff entzogen II. 33, 36 ff. Seine Oxydation ein kräftigeres Mittel zur Ausscheidung von Eisenoxydhydrat, als die Verflüchtigung der Kohlensäure zur Ausscheidung des kohlensauren Kalk II. 812 ff. — Im rothen Sandstein I. 453. — Im Thonschiefer I. 454.

Eisenoxydul, kohlensaures, II. 1992. — Sein Absatz aus Gewässern schwierig erklärbar II. 1202, 1342, dagegen I. 902, Versuche hierüber II. 1342. — Kein Absatz aus aufsteigenden Quellen II. 814 ff. — Absatz aus kalten Quellen I. 902 u. 904, aus einer Mineralquelle I. 371. — Bildung I. 903, 945, 950; II. 724, 782, 1329. — E. und Blende wechseln fünfmal mit einander II. 1874. — In Drusenräumen II. 822, vom Eisenkies in untergeordneten Verhältnissen begleitet II. 2130, welchen Zusammenhang diefs hat II. 2130, Zusammensetzung eines Sphärosiderit in einem Drusenraume II. 821. — Scheint in wasserfreies Eisenoxyd unmittelbar überzugehen II. 1333. — Kalkerde in geringer Menge oder gar nicht in ihm II. 813—814. — Kohlensäure neben Kohlenoxydgas in der Hitze von ihm entwickelt II. 817. — Krystallisirt mit kohlensaurem Kalk, Eisenoxydhydrat mengt sich blofs bei II. 1053. — Kupferkies, spätere Bildung desselben II. 2131. — Lager, bedeutende, in Braunkohlen, Bildung II. 1841. — Mangan in ihm II. 825—826. — Setzt sich aus Quellen früher ab, als kohlensaurer Kalk I. 904; II. 813. — Im Meerwasser und in sedimentären Bildungen I. 454—455; II. 1151. Kann ein Produkt organischer Thätigkeit II. 1153, aber auch eine Verdrängung von kohlensaurem Kalk sein II. 1152, 1155. — Seine Nieren umschliefsen Fische und Pflanzenabdrücke, und enthalten phosphorsauren Kalk II. 1841 — Wird in der Siedhitze des Wassers durch Kieselsäure und durch Quarz theilweise zersetzt II. 789. — Als Sphärosiderit I. 904. — In Sprudelsteinen I. 890, 899. — Umwandlungsprocesse: nach Barytspath II. 1334, nach Bitterspath II. 1150, 1333 ff., in Brauneisenstein II. 1341 ff., 1343, 1352, in Hornstein II. 1304, nach Kalk II. 1150, nach Kalkspath II. 823—824, 1150 u. 1328—1333, in Magneteisen II. 583, 1344, 1352, in Quarz II. 1200, 1260 u. 1304, in Rotheisenstein II. 1341 ff., 1344, 1352. — Ein Versteinerungsmittel II. 233, von Calamniten II. 1831 ff., 1841. — In Wasser suspendirt wird kohlens. Eisenoxydul von Schwefelwasserstoff zersetzt II. 2123. — Zusammenvorkommen des Eisenspath mit Kupferkies und manchmal auch mit Malachit oder Kupferlasur, mit Bleiglanz, Blende, Arsenikkies, Fahlerz und Antimonglanz, wie diefs zu begreifen ist II. 2131—2132.

Eisenoxydul, phosphorsaures, bildet ein merkwürdiges Lager, kommt in Quellen vor I. 729. — Sehr schwerlöslich I. 721.

Eisenoxydul, wolframsaures, künstliches, durch Oxydation scheidet sich Wolframsäure aus II. 1969.

Eisenoxydulbicarbonat, Absätze I. 903. — Auflöslichkeit I. 387. — Kalkcarbonat setzt sich später ab als E. II. 814. —

Zersetzung durch kieselsaure Kalisilicate II. 1482.
Eisenoxydulsilicat, einfaches, I. 802 ff. — In Gewässern I. 803. — In sedimentären Gesteinen I. 886.
Eisenoxydulsilicat, wasserhaltiges, I. 802—812.
Eisenoxydulsilicate I. 800. — Absatz aus Gewässern II. 1050. — Ausscheidung aus Gewässern nur bei Abwesenheit von Sauerstoff II. 785. — Bildung II. 567, auf nassem Wege II. 781—784. — Reducirt den Diamant II. 95. — In Kohlensäuerlingen I. 770. — In allen sedimentären Formationen I. 454 ff., 942, 951. — Im Sprudelstein I. 890—891. — Zersetzung I. 456.
Eisensalze, arseniksaure, Bildung II. 1365.
Eisensalze, phosphorsaure, Bildung I. 727, 942, 1365.
Eisensinter, Zersetzungsprodukt von Arsenik und Eisenkies II. 1989, zeigt, dafs arseniksaures Eisenoxydul in Gewässern aufgelöst ist II. 2088, sein Absatz erfolgt wahrscheinlich durch höhere Oxydation II. 2088.
Eisenspath siehe kohlensaures Eisenoxydul.
Eisenspath-Formation II. 1874.
Eisensteine siehe Eisenerze.
Eisensteinmark I. 801.
Eisenvitriol, Bildung II. 2011. — Phosphorsaurer Kalk durch E. zersetzt I. 724 u. 726. — Umwandlung in Apatit II. 2012, nach Eisenkies II. 1357, 2011. Zersetzung durch Kalkbicarbonat II. 1201, 1357, durch Magnesia- und alkalische Carbonate II. 1358.
Eisenzinkspath, Umwandl. in Eisenoxydhydrat II. 1205.
Eklogit, Fragmente von E. in Chloritgängen II. 1476. — Gemengtheile II. 1476, 1484. — Die Hornblende des E. nimmt nach und nach den Charakter von Serpentin an II. 1479, und wandelt sich in ihn um II. 1484, 1489. — Die Kalksilicate seiner Hornblende und des Granat wurden auf ein Minimum zersetzt II. 1490. — Uebergang in Granulit II. 1476 ff. — Uebergang des Granat des E. in Serpentin II. 1479. — Umwandlungsprocefs in Chlorit II. 1484, in Serpentin II. 272, 1475, 1484, nach oben und seitwärts II. 1479, mit einer Ausscheidung von Kieselsäure verknüpft II. 1484, in Speckstein II. 1484, in Talk II. 1484.
Eläolith, Umwandlung in Spreusteine II. 2156.
Elatonit II. 1801.
Elbe, Absätze in der Insel Grasbroock II. 1596, Folgerung und gegen dieselben II. 1597. — Analyse II. 1511. — Schwebende und aufgelöste Theile II. 1587, jene brausen nicht mit Säuren II. 1587.
Elektrum ist Silbergold II. 2051.
Elfenbein widersteht sehr lange der Zerstörung I. 738.
Ellerbach I. 15.
Elton-See, Analysen II. 1732, Summe des Chlornatrium und Chlormagnesium in drei Analysen gleich II. 1735, 1738. — Der Elton-See wird einst eine gesättigte Chlormagnesium-Lösung werden II. 1738 ff. — Chlormagnesium und Chlornatrium, Ursache der verschiedenen Verhältnisse derselben II. 1735, Versuche zur Erklärung II. 1735 ff. — Gypskrystalle im Boden der Umgebung und Bitterspathkrystalle auf dem See II. 1732—1733. — Kochsalzgehalt mit dem im Todten Meer übereinstimmend II. 1738. — Ist eine sehr concentrirte Mutterlauge, aus der sich grofse Massen von Kochsalz abscheiden II. 1733. — Unter dem Ocean gelegen, Folgerungen daraus II. 1734. — Salzschichten in den Umgebungen als Absätze aus dem See II. 1733. — Schwefelssaurer Kalk, welcher ihm durch den Chlarisacha zugeführt wird, schlägt sich aus ihm nieder II. 1743—1744. —

Seine Zuflüsse sind alle mehr oder weniger salzhaltig II. 1732, Analysen derselben II. 1734.
Ems Kohlensäure - Entwickelung I. 249.
Enargit II. 1939.
Enterbor, Analyse I. 359.
Epidot Albit auf ihn II. 889. — In Drusen der Mandelsteine II. 651, 655. — Im Gemenge mit Kalkspath II. 609, 656. — Nach starkem Glühen durch Säuren zersetzt II. 416, 472. — Im Granat II. 477. — Kalk-Epidot und Mejonit nahe gleicher Mischung II. 416. — Löslichkeit II. 978. — Im Syenit II. 923. Im Taunusschiefer II. 1650. — Umwandlung in Glimmer II. 416, in Wernerit II. 415—416, nach Wernerit II. 413—415, 656. — Mit Versteinerungen II. 973, 1095. — Vorkommen II. 416. — Zersetzung in Magneteisen II. 415.
Epistilbit I. 854.
Erdbeben, Gasentwickelung bei demselben I. 837.
Erden, alkalische Silicate derselben und ihre Löslichkeit I. 771. — E. und Kohlensäure im Meere II. 1130. — Mehlartige E. aus Schweden besteht aus Kieselsäure und Quellsäure I. 982.
Erden, kohlensaure, auf chemischem Wege keine Abscheidung aus dem Meere II. 1135. — Werden mit wenigen Ausnahmen von Kieselsäure verdrängt II. 1306.
Erdfälle I. 25, bezeugen die Fortführung des kohlensauren Kalk II. 1170—1172. — In der Kreideformation von Dänemark I. 29.
Erdkobalt II. 2049.
Erdkruste, die chemischen Processe, welche in derselben auf nassem Wege von Statten gehen I. 353—401.
Erdoberfläche, ihre Temperaturverhältnisse I. 77.
Erdpech, elastisches, II. 1801, 1803.
Erdsalze im Meere werden zersetzt von Kali-Silicat und Carbonat I. 843.
Erie-Kanal, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1750.
Erinit II. 1990.
Erlan II. 957. — Ein Zersetzungsprodukt II. 957, 1094.
Erlenbor, Analyse II. 359.
Erscheinungen, die gewaltsamsten, greifen wenig in die allgemeinen Verhältnisse der Natur ein II. 41.
Erschlürfen der Mineralquellen I. 371.
Erstarrung geschmolzener Massen II. 2278. — Versuche über dieselbe in engen Kanälen I. 740.
Erze II. 1864 ff. (siehe auch Erzgänge). — Ihr Absatz hängt wesentlich davon ab, dass lösliche metallische Verbindungen in die Gänge durch Gewässer geführt, und darin als schwerlöslichere abgeschieden werden, denn die schwerlöslichsten finden sich in ihnen II. 2121, Absatz in Gängen krystallinischer Gesteine und die Bildung letzterer aus amorphen Massen manchmal coordinirte Processe II. 2020. — Altersfolge der E. II. 1865, 1867. — Bildung II. 2106 ff., in Gängen I. 916; II. 960, auf künstlichem Wege II. 2108, auf nassem Wege ausschliefslich, Beweis dafür II. 1984, 2121. — Bleisalze, schwerlöslichste, das Vorkommen derselben beweiset die Bildung der E. auf nassem Wege II. 1984. — Dolomit ist älter als sie II. 1195. — Gangarten, Folge der Bildung derselben II. 1871 ff. — Genesis II. 2121 ff. — Nicht metallische Stoffe, mit denen verbunden die Metalle vorkommen II. 1864. — Nebengestein, mit Erzen und gediegenem Silber imprägnirt II. 2110, die E. sitzen selten unmittelbar auf demselben II. 2100, stammen von ihm ab II. 2109. — E. in Quarz eingewachsen, rühren wie dieser von zersetzten Silicaten her

II. 2098, sind manchmal sehr fein eingesprengt II. 2099. — Sublimationen in Erzgängen, warum sie nicht denkbar sind II. 2122. —

Erzgänge, (siehe auch Gänge). Anschaaren und Kreuzen derselben, Beziehungen II. 2119. — Antimonerze unzweifelhafte Sekretionen aus dem Nebengesteine der E. II. 2106. — Ausfüllungen der Spalten, auf mechanischem Wege II. 2093 ff., treten mit oder ohne Absätze aus wässrigen Lösungen auf II. 2094, solche Ausfüllungen können in krystallinische Gesteine umgewandelt werden II. 2095—2096. — Barytspath, wie dessen Einführung in die Erzgänge zu begreifen ist II. 2103. — Bleiglanz und Kalkspath, vielfacher Wechsel zwischen ihnen II. 2101—2102. — Die Eisenerze haben die meisten Verdrängungen bewirkt II. 2119, Veredlung dadurch II. 2119. —Elektromagnetische Strömungen in ihnen II. 236. — Erzarmuth in den Gängen im reinen Glimmerschiefer II. 2111 ff., im glimmerartigen Gneifs II. 2113, im Thonschiefer und in der Grauwacke II. 2112—2113, im Serpentin II. 2113. — Erzführung, Verhalten in Gangkreuzen II. 2112, 2114—2115, 2119, 2120, im Anschaaren der Gänge II. 2114, 2119—2120, siehe auch Erze. — Erzreichthum, verknüpft mit einem mehr oder weniger kaolinartigen Zustande des Gneifs II. 2110, in den Gängen eines aus Feldspath und Quarz bestehenden Gesteins II. 2111, 2116, in einem kohlenstoffreichen Gestein II. 2111, im Grünstein, Hornblendegestein, im hornblendereichen Gneifs II. 2113, dagegen II. 2113. — Flufsspath, wie dessen Einführung in Erzgänge zu begreifen ist II. 2103. — Die Gänge nehmen nicht blofs an Erzen, sondern auch an Mächtigkeit beim Uebergange aus einer Gebirgsart in eine andere ab II. 2116, wovon diefs herrühren kann II. 2116—2117. — Ganglieder, ihr Verhältnifs zu verschiedenen Teufen II. 2109 ff., G., metallische und nicht metallische, im Nebengestein II. 971, 2102, 2109, G. in mannichfachen Verknüpfungen II. 2100, Gangglieder, verschiedene, scharfe Grenzen zwischen ihnen II. 2102—2103, Folgerungen aus dem Zusammenvorkommen derselben II. 1875, 2096. — In der Formation I Erze und Mineralien durch einander, letztere zuerst, erstere zuletzt gebildet II. 2096. — Feldspath in der Formation II die erste, Anatas, Rutil u. s. w. die zweite Bildung II. 2096, Aehnlichkeit mit der Bildung krystallinischer Gesteine II. 2097. — In der Formation III ging der Absatz des Quarz dem des Zinnstein voran II. 2097. — In der Formation IV Quarz stets das erste Gangglied in überwiegender Menge II. 2097, in ihr sehr häufig scharfkantige Bruchstücke vom Nebengestein II. 2097. — In der Formation V bis IX, XI und XIV Quarz am häufigsten das erste Gangglied, mithin unterlagen Feldspath oder feldspathartige Massen des Nebengesteins zuerst der Zersetzung II. 1277, 2098, Schwefelmetalle unmittelbar auf Quarz folgend II. 2100. — Gangmassen, Reihenfolge II. 2191. — Granat und Hornblende in E., Verhalten II. 2117—2118. — Kalkspath stets jünger als die Erze II. 2100. — Kalkspath und Bleiglanz, vielfacher Wechsel zwischen ihnen II. 2101—2102. — Die Metalle in ihnen in demselben Verhältnifs zum Quarz als in Quellen II. 1295, 2098. — Metallgehalt in Erzgängen, Ursachen, warum er mit dem Auftreten gewisser Mineralien zu- oder abnimmt II. 2117 ff. — Nebengestein und Erzgänge, Be-

ziehungen zwischen ihnen II. 2106 ff., 2115 ff. — Nebengestein, zersetzter Zustand desselben in der Nähe der Erzgänge II. 2110, 2112, 2115. — Pseudomorphosen II. 2119. — Quarz mit Barytspath gemengt II. 2105. — Schwefelmetalle, die durch sie vererzten Petrefakten zeigen, welchen Antheil organische Ueberreste an ihrer Bildung nehmen II. 2129. — Schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia, das Vorherrschen dieser Salze in Flüssen, setzt ein Vorherrschen derselben in Gesteinen voraus II. 2129. — Die Bedingungen zur Bildung dieses Gases fehlen nicht in Gängen II. 2124 — 2125, kohlenstoffreiche Gesteine und schwefelsaure Salze im Nebengesteine sind solche Bedingungen II. 2125. — Silbererze mit Kalkspath II. 2105. — Silbergehalt um so geringer, je jünger die sedimentären Nebengesteine II. 2114. — Silicate, metallische, deren Einführung in Erzgänge II. 2122, Umwandlung durch Kohlensäure in Carbonate II. 2123, Bildung der Carbonate auf andere Weise II. 1990, Umwandlung der Silicate durch Schwefelwasserstoff in Schwefelmetalle II. 2123. — Spalten, ob sich grofse oder kleine bilden, hängt von der Struktur des Gesteins ab II. 2116. — Struktur-Verhältnisse in ihnen II. 2091 ff., wesentlich verschieden von denen der Gesteinsgänge II. 2093, kann nicht für die eruptive Bildung der letzteren sprechen II. 2093; bandförmige Struktur ist nur durch Absätze aus Gewässern zu erklären II. 2092, ähnliche bandförmige Strukturen in Dornreifsern im Sprudelgestein, in Ausfüllungen der Drusenräume II. 2093. — Turmalin, Verhalten desselben II. 2117—2118. — Vegetabilische Ueberreste in sedimentären Gesteinen haben nach langen Zeiträumen noch Schwefelwasserstoff geliefert II. 2129. — Verwandtschaftsgesetze in Erzgängen haben sich nie auf feuerflüssigem Wege geltend gemacht II. 2122. — Vorkommen mit Basaltgängen II. 795—844. — Zeolithe auf Erzgängen II. 1875.

Erzlager, im Dolomit, Bildung II. 1209—1210. — Grammatit in ihnen II. 860. — Granat auf denselben II. 459-462. — Hornblende in denselben II. 965. — Im Muschelkalk II. 1190. — In Skandinavien enthalten wasserfreie und wasserhaltige Silicate II. 530 ff.

Erzstöcke, Anthracit in denselben II. 968. — Erzstock im Taberg II. 964.

Las Escaldas I. 46.

Esmarkit, Umwandlung nach Cordierit II. 373.

Euchroit II. 1990.

Eudnophit im Syenit II. 886. — Eine dimorphe Abänderung des Analcim II. 887.

Eukairit II. 1948.

Eulger-Hof, Mineralquelle, Analyse I. 360.

Euphodit braust mit Säuren II. 949. — Diallag im E. hat eine sehr abweichende Zusammensetzung II. 950. — Bildet Uebergänge vom Labrador zum Anorthit II. 950. — Umwandlungsprocefs nach Feldspath II. 949. — Eine Varietät des Gabbro II. 949. — Zusammensetzung des Feldspath in ihm II. 949.

Euxenit II. 1359, 1959, 1962.

Exe, Analyse II. 1516.

Exhalationen (siehe Gasentwicklungen). Der Kohlensäure, I. 243—352. — Ein allgemeines Phänomen I. 319. — Kommen nicht aus Braunkohlen I. 313—315. — Aus dem bunten Sandstein I. 297. — Ihre Entstehung I. 311. — In Erhebungsthälern I. 295—296. — Ihr reiner Geschmack und Geruch I. 310. — Aus dem Innern I. 350

—352. — Messung der E. I. 274 —278 u. 282—283. — Ihre Pressung I. 221—252 u. 261. — Ihre Reinheit I. 303. — Unter allen sedimentären Formationen ist ihr Heerd I. 298. — Ihr Vorkommen I. 244—245 u. 249 —250.

Exhalationen, salzsaure, aus dem Vesuv I. 570.

Externsteine I. 12; II. 1637.

F.

Fäulnifs ein kräftiges Desoxydationsmittel I. 942.

Fäulnifsprocesse, Ursache der Bildung von Kohlensäure I. 339—345.

Fagolit I. 804.

Fahlerz, Analysen II. 1917, 1945. — Bestandtheile, wesentliche und nicht wesentliche II. 1946. — Silbergehalt II. 2071. — Umwandlungsprocesse: in Kupferkies, Kupferlasur und Kupferpecherz II. 1914 u. 1946, in Zinnober II. 1933. — Vorkommen II. 1945. — Zersetzung in Kupferkies II. 1914 ff., dagegen II. 1916, wie diese Zersetzung zu denken ist II. 1916. — Durch seine Zersetzung Kupferlasur und Malachit entstanden II. 1997—1998.

Fahlerz, quecksilberhaltiges, und dessen Zersetzungsproduct II. 1934.

Fahlunit I. 487; (siehe Cordierit). Fluor in demselben I. 487. — Umwandlungsprocesse: nach Cordierit II. 269 u. 372, in Glimmer II. 372, nach Granat (?) II. 486.

Faserkohle und Eisenkies I. 924.

Faujasit I. 854.

Federerz II. 1940.

Fehlenbor, Analyse I. 357. — Gasquelle I. 368. — Kohlensäure-Entwicklung I. 306. 307.

Feldspath I. 395 ff. u. II. 291 —356. — Feldspath, s. auch Orthoklas *), accidenteller und wesentlicher F. II. 293. — Alkalien in ihm I. 858. — Analyse sog. Speckstein-Pseudomorphosen, sie sind Kaoline II. 1500. — Analyse zersetzter Feldspathe von Aue und Bilin II. 300 ff., von Carlsbad II. 297, von Ceylon II. 300 ff., von Geising II. 299 ff., von Halle II. 355 ff., von Ilmenau II. 298. — Arten II. 291, zwei Reihen II. 292. — Ausbildung, krystallinische aus amorphen Feldspathmassen II. 988, 989. — Ausscheidung auf nassem Wege II. 318 u. 331. — Feldspath und krystallinische Quarzausscheidungen II. 336. — Bestandtheile II. 292. — Bildung II. 293, 295, 316 ist eine der ältesten und jüngsten II. 1870, auf nassem Wege II. 316, aus thonigen Massen wird durch kohlensaure Alkalien befördert II. 1438, 2095, Bildung, künstliche, auf nassem Wege, unter welchen Bedingungen sie zu erwarten ist II. 1029. — Bleiglanz in ihm II. 2098. Brocken und Körner von F. in sed. Formationen I. 456. — Eisenoxydul in ihm I. 410. — Im Euphodit II. 949. — Neben frischen F. völlig zersetzte II. 296, 330, 339. Gehalt, merkwürdiger, an kohlensaurem Kalk in zersetzten F. II. 298. — F. in Graniten durch Kalkspath vertreten II. 2348. — Mit Hornblende II. 936. — Eigenthümliche F. in Hornblendegesteinen II. 912 u. 917-918. — F. und Horn-

*) Wo die Species der Feldspathe bestimmt angegeben sind, finden sich ihre Verhältnisse in den Art. Orthoklas, Oligoklas, Albit u. s. w., wo aber die Angaben ungewifs sind, wie diefs bei den älteren Autoren häufig der Fall ist, finden sich die Nachweisungen im Art. „Feldspath.“ Meist beziehen sich diese Nachweisungen aber wohl auf Orthoklas.

blende im Syenit II. 922. — Meist kalkhaltig I. 412. — Bedeutender Kalkgehalt in dem von Ilmenau I. 412. — Die Kaolinbildung steht in geradem Verhältnisse mit der Wasseraufnahme II. 913. — Kaolin, dessen Bestimmung und des Kieselsäure-Verlustes aus dem Wassergehalte II. 914, 920. — Die kieselsauren Alkalien des F. können durch Magnesiabicarbonat in kieselsaure Magnesia umgewandelt werden II. 1482. — F., welcher in dem körnigen Kalk von Ersby eingeschlossen sich findet, Bildung desselben I. 520. — Krystallisation aus Gewässern, welche kieselsaure Alkalien und Thonerde aufgelöst enthalten II. 2159. — Krystallisirt aus amorpher Feldspath-Masse II. 331 ff. — Kupferoxyd in ihm II. 1891, 2098. — Löslichkeit der Feldspath-Arten II. 978. — Magnesia kommt selten vor I. 413. — Mangan in Dendriten I. 411. — Metamorphosen II. 313. — Mürber F. und Pseudomorphosen von Brauneisenstein nach Flufsspath II. 1337. — Neolith aus zersetztem F. entstanden II. 308 ff. — In den Porphyren der Lenne-Gegenden II. 317. — Pseudomorphosen des F., Schlüsse aus ihnen II. 313. — Quarz, Menge die der F. durch seine Zersetzung liefert II. 1287. — Quarz später als F. im Granit gebildet II. 1291. — F. und Quarze im schiefrigen Porphyr II. 320. — Die Sauerstoff-Verhältnisse in ihm II. 900—901. — Schwefelsäure in ihm I. 473. — Species desselben, Bestimmung II. 913—914, in Hornblendegesteinen II. 941. — Bildet Uebergänge vom Labrador zum Anorthit II. 950. — Uebergang in Pyknotrop II. 1480. — Umwandlungsprocesse II. 313: nach Analcim II. 2172-2173, in Chlorit II. 90, 252, 307, in Euphodit II. 949, in Glimmer II. 252, 303, 1296 ff., in Kaolin I. 764; II. 2328, beginnt mit der Aufnahme von Wasser I. 765, nach Laumontit II. 2170, Analyse II. 2171, wie die Umwandlung erfolgt II. 2172, in Opal II. 302, in Speckstein II. 304—305, scheint nicht vorzukommen II. 1499, in Steinmark I. 802; II. 307, in Talk I. 793; II. 89, 306 ff., 578, nach Zeolithen II. 2174, in Zinnerz II. 307. — Veränderte F. finden sich häufiger als unveränderte II. 2320—2321. — Mit einer Versteinerung II. 322. — Verwitterung II. 295 ff., 313. — Verwitterter F. enthält nur noch schwache Reste von F. I. 407. — Vorkommen II. 293, 295, 316, auf Gängen II. 330, 401. — Vosgit eine Species II. 907. — Wird durch Wasser von hoher Temperatur zersetzt I. 764. — Bei der Zersetzung scheidet sich meist Kieselsäure aus II. 302. — Wesentlicher und accidenteller F. II. 293. — Zersetzungen I. 818; II. 295—302 u. 308—309, Kohlensäure Hauptagens der Z. I. 821. — Zersetzung in Kaolin I. 816; II. 297. — Zersetzte F., Alkalien von ihnen in grofsen Quantitäten I. 837, Natronsalze von ihnen I. 852, vollkommen zersetzte F. aus Knollensteinen II. 2330. — Ihre Zersetzung fordert lange Zeiträume I. 837. — Zersetzung durch Schwefelwasserstoff I. 766.

Feldspath, glasiger, Alkalien, deren Verhältnifs II. 2145. — Analysen II. 2188 ff. — Bildung auf nassem Wege II. 2191-2192, 2197. — Kali stets vorherrschend II. 2146. — Umwandlungsprocefs nach Leucit II. 2293. — Verhalten zu Salzsäure II. 2144.

Feldspath, künstlicher, II. 293 ff.

Feldspathkrystalle, grofse, ihre Bildung in Gängen und Drusen II. 1056, 1058, entstehen aus amorphem Feldspath II. 333, in Grauwacke II. 343, 1652, im Sandstein II. 401, im Thonschiefer II. 345.

Feldstein, Analyse II. 2307. —

Umwandlungsprocefs nach Kalkspath II. 312, 2347. — Das einzige zusammengesetzte Silicat als Verdrängungs-Pseudomorphose nach Kalkspath II. 238, 314—315.

Feldstein, dichter, mit der Adinole übereinstimmend, im Wechsel mit Kieselschiefer II. 1651. — Analyse II. 1652.

Feldsteinporphyr 2323 ff. — Analysen II. 938, 1662 ff., 2326 ff. — Chlorcalcium und Chlormagnesium in ihm I. 554—557. — Eisengehalt ist das rothfärbende Princip II. 2335. — Die Feldspathe in F.-P. verlieren ihren Kalkgehalt viel leichter als in feinkörnigen Graniten II. 2332. — Folgerungen II. 939. — Gemengtheile II. 939, 940, 942, 2325, nach der Berechnung II. 940, 2332, Maximum der Feldspathe, Minimum des Quarz II. 2333, die Folgerungen haben viel weniger Sicherheit als bei den Graniten II. 2332, die Rechnung giebt überschüssige Thonerde, woraus auf die Gegenwart von Thonerdesilicaten (Kaolin) zu schliefsen ist II. 2334. — Schliefsen sich den Graniten an II. 2344. — Kalkerde ist wahrscheinlich ganz oder gröfstentheils fortgeführt worden II. 2335. — Thonerdesilicate, wasserfreie, (Andalusit, Chiastolith und Cyanit) kommen nicht in ihnen vor II. 2334. — F.-P. und Thonschiefer, Parallele II. 2344. — Umwandlungsprocefs in Thonsteine II. 1663. — Zersetzter F.-P. II. 2327 ff. — Zersetzungsproducte, Chromocher II. 2039, 2329, Knollensteine II. 2329. — Zusammensetzung II. 937 ff.

Felsit ist ein dem Anorthit ähnlicher Feldspath II. 910, 911. — Von Siebenlehn II. 911.

Fergusonit II. 1962.

Fettbol I. 801.

Feuer, ewige, II. 1748.

Feuerstein, Basen in ihm I. 828, 829. — Bildung II. 1247, 1254, 1256. — Buchenwurzeln, versteinerte, in ihm II. 1247. — Cölestin im F. II. 1249. — Entstehung II. 1246—1247. — Ein Gemeng aus Quarz und Opal II. 1246. — Glühverlust II. 1227. — Kalkspath in ihm II. 1248 —1249, 1299—1304. — Kommt meist in Kalksteinen vor II. 1266. — Kieselinfusorien das Material für denselben II. 1248 ff., 1255. — Von Kreide herrührend II. 1247. — In der Kreide, Zersetzungsproducte von Feldspath II. 302. — F. und Kreidelager II. 1255. Morpholite im F. II. 1255 ff. — Mit Quarzkrystallen II. 1269. — Schwimmstein aus ihm hervorgegangen II. 1265. — F.-Spongien II. 1257. — Umwandlungsprocesse: in Meerschaum II. 1268 ff., in Speckstein II. 1265. — Verdrängung der Kalkerde durch Kali II. 419 ff. — Verkieselung von Holz zu F. II. 1248. — Versuche II. 1268. — Verwitterung II. 1267, durch sie geht die Kieselsäure aus der unlöslichen Modifikation in die lösliche über II. 1267. — Verwitterung von F.-Massen II. 419. — Vorkommen II. 1254 ff.

Fibroferrit II. 2012.

Fichtelgebirge, Säuerlinge I. 244.

Fichtelit II. 1803.

Ficinit II. 2006.

Fische, Reste von ihnen der devonischen Formation nur in Sandsteinen nicht in Kalksteinen II. 1612.

Flötzgebirge, aufsteigende Quellen in demselben I. 41 und 43—44.

Fluor in Absätzen aus Gewässern I. 492, 494, 495. — Im Apophyllit I. 484. — In böhmischen Mineralwassern I. 492. — Cer das einzige schwere Metall, mit dem verbunden F. vorkommt II. 2020. — F. und Chlorapatit I. 488. — Im Chlorit I. 522. — Im Fahlunit I. 487. — F. und Fluorcalcium I. 493. — In fossilen Knochen I. 493. — In Gewässern I. 484. — Im Gi-

gantolith I. 487. — Glimmer Hauptquelle desselben I. 486 u. 521. — In Hornblende I. 514—515. — In Karlsbads Sprudelsteinen I. 494—495. — Im Meerwasser I. 493. — In Pflanzen und ohne Zweifel auch in Pflanzenasche I. 746—747. — In süssen Quellen I. 492. — Im Thierreiche I. 747.

Fluorapatit und Chlorapatit I. 488, 704, 707.

Fluorcalcium, (s. Flufsspath). Auflöslichkeit im Wasser I. 493. In fossilen Knochen und Korallenriffen II. 1210—1211. — Natron-Bicarbonat dessen Auflösungsmittel I. 494.

Fluorcerit, neutraler, basischer II. 2021.

Fluorcerium I. 486.

Fluorhaltige Mineralien I. 479—483. — Bildung im Kalk I. 516—518 u. 520. — In Hornblende I. 521. — Im Kalkstein I. 516.

Fluorkalium und Thonerdesilicat zersetzen sich I. 501.

Fluorkieselgas kommt nicht im Mineralreiche vor I. 758.

Fluorkieselkalium in Sprudelsteinen I. 889.

Fluormagnesium nicht im Sprudel I. 512.

Fluormetalle II. 2015 ff.

Fluornatrium, Zersetzung durch Basalt I. 507—508.

Fluorüre I. 478—529. — In Mineralien I. 478 ff. — Begleiten sehr häufig phosphorsaure Mineralien I. 755.

Fluorüre, alkalische, werden nicht durch Kalkbicarbonat zersetzt I. 445, 498. — Im Lepidolith I. 444—445. — Zersetzung durch Thonerdesilicat I. 501.

Fluorverbindungen, der Flufsspath eine secundäre I. 489. primäre Fluorverbindungen I. 485. — Resultate I. 523 ff.

Flüsse, Absätze, mechanische in ihnen und ihren Umgebungen II. 1571. — Die aus Alpenseen kommenden Flüsse sind blau oder dunkelgrün II. 1572. — Analysen II. 1510 ff., Resultate dieser Analysen in Beziehung auf die relativen Mengen der Bestandtheile der Flüsse II. 1523 ff. — Wann die Analyse eines Flufswassers vorzunehmen ist II. 1510. — Ihre Bestandtheile unterliegen grofsen Schwankungen II. 1509, 1528, geringeren, wenn sie sich in Seen ergiefsen II. 1529, betragen um so weniger, je höher der Wasserstand ist II. 1509, 1574. — Die Brandung führt ebenso, wie die Fl., dem Meere das Material zu sedimentären Bildungen zu II. 1606. — Deltabildung findet nicht Statt bei den Fl. an der östlichen Küste von Nordamerika und an der westlichen von Europa II. 1601. — Gefälle, dessen Verminderung II. 1616, die Fl. wie sie jetzt sind, führen meist nur noch die feinsten Theile ins Meer II. 1616, diefs kann sich nur durch Hebungen ändern II. 1617. — Ihre Geschiebe setzen sich da ab, wo sich ihre Strömung mindert II. 1571. — Im Granit und in krystallinischen Schiefern entspringend, enthalten sehr wenig kohlensauren Kalk II. 1623, und überhaupt wenig Bestandtheile II. 1529. — Gletscherbäche, Bestandtheile in ihnen II. 1529. — Menge der dem Meere durch die Fl. zugeführten aufgelösten Substanzen II. 1531 ff. — Bewirken in quarzhaltigen Gesteinen eine Sonderung der Gemengtheile II. 2351. — Die Salze durch sie dem Meere zugeführt I. 573. — Schlamm der Fl. enthält Infusorien II. 1593. — Schwebende Theile der Fl. betragen um so mehr, je höher der Wasserstand ist II. 1573, die feinsten schwebenden Theile gelangen in das Meer II. 1571, 1605, schwebende Theile in Flüssen aus Gletschern, daher ihre graue Farbe II. 1572, Menge der auf-

gelösten und der schwebenden Theile, steht nahe in umgekehrtem Verhältnifs II. 1574, in der sedimentären Periode nahmen die schwebenden Theile fortwährend ab, und der Gehalt der Flüsse an kohlensaurem Kalk nahm fortwährend zu II. 1625; zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Tiefen sehr verschieden II. 1573, die schwebenden Theile entsprechen den verschiedenen Varietäten des Thonschiefer und der Grauwakke II. 1606. — Zu sedimentären Bildungen führen die Fl. dem Meere und den Seen das Material zu II. 1507. — Grofse Seen, die Analyse ihres Wassers giebt das normale Verhältnifs der durch sie strömenden Flüsse II. 1531, 1533. — Stürzen an steilen Küsten in Eskaden in das Meer und führen grobes Gerölle in dasselbe II. 1618. — Temperatur-Veränderungen I. 95 ff. — Fl., welche vor der Bildung des Uebergangsgebirges strömten, erhielten ihren kohlensauren Kalk vom körnigen Kalk in den versteinerungsleeren Schichten II. 1624.

Flufssaure Dämpfe aus dem Innern I. 525—528.

Flufssäure, Verhalten zu kieseligen Bildungen II. 1238.

Flufsspath, (siehe Fluorcalcium), seine Bildung im Mineralreiche I. 491, 505 ff., 509. — In Drusenräumen der Granite II. 625, vom Mandelstein II. 945. — Bildung durch kohlensauren Kalk II. 1210. — Als Gangmasse I. 634. — In Kalksteinen I. 505 u. II. 1211. — Im körnigen Kalk II. 1211. — Wird durch Kohlensäure wahrscheinlich zersetzt I. 496, 497. — Seine Löslichkeit I. 493; II. 1312. — Mineralien in seinen Krystallformen I. 491. — In Mineralquellen I. 492 u. 513. — Natronbicarbonat sein Lösungsmittel I. 494. — Wird durch Salzsäure zersetzt I. 496, 497. — Mit gediegenem Silber II. 2064. — Umwandlungsprocesse: in Brauneisenstein II. 1337, in Chalcedon II. 1309—1313, in Hornstein II. 1309—1313, nach Kalkspath II. 1210, in Kalkspath II. 1211—1212, in Psilomelan I. 433 u. II. 1368, in Quarz I. 607 u. II. 1309—1313, in Rotheisenstein II. 1337, in Steinmark I. 802; II. 1965, 1967. — Versteinerungsmittel I. 490. — Vorkommen I. 490—498. — Würfel von F. von mehr als ein Kubikfufs Gröfse II. 1211. — Zersetzung durch Kalicarbonat I. 496—498.

Flufsspath, Barytspath- Blei- und Zink-Formation II. 1874, Flufsspath und Barytspath sind manchmal zum Theil fortgeführt worden II. 1875, Bleiglanz darin vielen Zersetzungen unterworfen II. 1875.

Fluth und Ebbe, ihr Einflufs auf artesische Brunnen I. 68—71.

Flysch, Gneifs und Marmor auf ihm II. 350 ff.

Form, ihre Erhaltung bei der Umwandlung ist nicht nothwendig II. 275. — Organische F., ihr Verschwinden bei der Umwandlung II. 1022.

Formation, devonische, II. 1610 ff. — Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit bewirkten Absätze II. 1600 ff.

Formation, permische, Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit bewirkten Absätze II. 1614.

Formation, silurische, Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit bewirkten Absätze II. 1609.

Formationen siehe auch Bildungen F. in Gängen, siehe Gangformationen.

Formationen, sedimentäre, II. 1507 ff. — Beginnen im Allgemeinen mit dem Absatze von Conglomeraten und Sandsteinen II. 1616. — Die Bestandtheile der Quellen, welche aus den-

selben entspringen I. 453. — Eisenoxydul in denselben I. 454—455. — Die Flüsse führen den Seen und dem Meere das Material zu den sed. Form. zu II. 1507 ff. — In den jüngeren Fucus-Resten I. 929. — Kalk, phosphorsaurer, in ihnen I. 742, 743, 744. — Kohlensäure-Exhalationen finden sich überall unter ihnen I. 298. — Je mächtiger und verbreiteter sie sind, desto weniger können sie von Deltabildungen abgeleitet werden II. 1606. — Ueberreste, organische, in denselben II. 96—97.

Formationen, versteinerungslose, geschichtet II. 44.

Fort Hall, Analyse des Absatz aus einem Flusse in der Nähe II. 1594.

Fossilien siehe Mineralien.

Fournet's Surfusions-Zustand II. 1293. — Gegen ihn Scheerer II. 1294.

Fowlerit I. 815.

Franzensbad, Kohlensäure-Entwicklung I. 274.

Frauenkirchen, Kohlensäure-Entwicklung I. 248.

Fredonia, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1750.

Fruchtschiefer I. 449.

Fucus-Arten, ihre Asche I. 863. — Blei und Kupfer in ihnen II. 1564. — Fossile F.-A. in Steinkohlengebirgen II. 1821. — Liefern Material zum Eisenkies I. 925—926. — Phosphorsaurer Kalk in ihnen I. 741. — Silber in ihnen II. 1564. — Im Thonschiefer I. 927. — Liefern durch Zersetzung Kohlensäure und Schwefelwasserstoff I. 769.

Fucus-Reste in den jüngeren sedimentären Formationen I. 929.

Fumarolen-Gase, welche Trachyte zersetzen, Zusammensetzung II. 2249.

Fuscit scheint aus Wernerit entstanden zu sein II. 418.

G.

Gabbro, Diallag in ihm als wesentlicher Gemengtheil II. 602. — Bei Ehrenbreitstein II. 610. — Erzreichtung der Gänge in ihm II. 2113. — G. oder Hyperith II. 614—616. — Ein G.-Gang im Thonschiefer ist sehr zersetzt II. 610, 614 (?). — Der Kalkspath in ihm ist ein Zersetzungprodukt II. 611, 614 ff. — Magneteisen in ihm II. 575. — G. und Serpentin sind sich nahe verwandt II. 607, 610, 1474. — Sein zersetzter Zustand II. 611. — Ein Zersetzungsprodukt des Diallag II. 575.

Gänge, (siehe auch Erzgänge, Gesteingänge, Basaltgänge, Granitgänge u. s w.). In ihrem Ausgehenden werden viele Quellen gefunden II. 796. — Bildung der Erze in ihnen I. 916. — Eruptive Ausfüllungen II. 1028. — Gesteins-Gänge, Bildung aus zersetztem Nebengestein II. 2095—2096. — Mehr Pseudomorphosen in ihnen als in Gesteinen II. 244, vorzugsweise in obern Teufen II. 245. — Dafs sie alle sedimentären Formationen durchsetzen ist noch nicht erwiesen II. 1191.

Gaillonella I. 946 ff.

Gaize, todter Stein, ein Zersetzungsprodukt I. 768.

Galmey Absatz aus Gewässern I. 939, aus herabfliefsenden Gewässern II. 1194. — Lager von G. im Dolomit II. 1191, jünger als dieser II. 1191, 1195. — Löslichkeit im kohlensauren Wasser II. 1203. — Umwandlungsprocesse: des Bitterspath in G. II. 1197, des Dolomit II. 1192, des Kalk II. 1191, des Kalkspath II. 1197. — Vorkommen im Kalkgebirge II. 1206.

Ganges, sein Delta im Meerbusen von Bengalen II. 1603. — Führt nur noch die feinsten Theile dem Meere zu II. 1604. — Sein Schlamm enthält Infusorien II. 1593. — Menge der schwebenden Theile II. 1574. — Seine Wassermenge in verschiedenen Jahreszeiten II. 1509.

Gangformationen II. 1871 ff. — Antimon-F. II. 1874. — Augit-F. II. 1871 ff. — Barytspath-F. 1874—1875. — Blei-F. II. 1872, 1874. — Blende-F. II. 1874. — Eisen-F. II. 1874. — Eisenspath-F. II. 1874. — Flufsspath-F. II. 1874. — Granat-F. II. 1871 ff. — Kies-F. II. 1871 ff. — Kobalt-F., jüngere, II. 1874. — Kupfer-F. II. 1874—1875. — Mangan-F. II. 1874. — Nikkel-F., jüngere, II. 1874. — Silber-F. II. 1875. — Titan-F. II. 1872. — Wolframit-F. II. 1872. — Zink-F. II. 1872, 1874. — Zinn-F. II. 1872.

Ganglieder, Mächtigkeit II. 797.

Gangmassen, ihre Bildung durch herabsikernde Gewässer I. 632—635. — Können nicht von aufsteigenden Quellen herrühren I. 608, sondern vom Nebengestein I. 634, 922.

Gangspiegel II. 2094—2095.

Garonne, Analyse II. 1513.

Gas, absorbirtes, in Säuerlingen I. 307, im Meere II. 1131, Wirkung des Druckes auf dasselbe II. 1030.

Gasentwicklung (siehe Exhalationen). Aus artesischen Brunnen I. 64—65. — Bei Erdbeben I. 337. — Vor dem Niederstofsen eines Bohrlochs I. 284—285. — Aus Quellen I. 154, 347. — Aus Steinkohlen I. 312.

Fumarolen-Gase, welche Trachyte zersetzen, ihre Zusammensetzung II. 2249.

Gasquellen I. 292.

Gastein, heifse Quellen I. 229—232.

Gaylussit I. 853.

Gebirgsgestein, Bildungsart, deren Kennzeichen II. 286 ff. — Ihre chemische und oryktognostische Kenntnifs II. 285. — Infusorien in den Spalten und Rissen derselben II. 1254. — Metamorphosen II. 247 ff. — Durch Sonderung mit Hülfe der Krystallisation, so wie durch Zusammenhäufung der Ueberbleibsel zerstörter Gesteine entstanden gemengte Gesteine II. 285. — Ihre ursprüngliche Beschaffenheit bewahren sie nicht mehr II. 285. — Die versteinerungsleeren G. scheinen der Periode anzugehören, in der die Vegetation schon existirte II. 44 ff., 89.

Gebirgsquellen I. 34—39, kalte im Siebengebirge u. s. w. I. 125—126, ihr Nutzen I. 124, ihre Temperaturverhältnisse I. 123.

Gebirgsquellen, warme, I. 127.

Gehlenit II. 1902. — Umwandlung in eine serpentinartige Substanz II. 1470, 1471. — Zersetzter G. I. 855; II. 1470 ff., Analysen II. 1472 ff.

Gelbbleierz, kohlensaures Bleioxyd in kohlensaurem Wasser gelöst, wird von molybdänsaurem Ammoniak zersetzt II. 1980, 1984. — Umwandlungsprocefs nach Bleiglanz II. 1979. — Vorkommen häufig mit kohlensaurem Bleioxyd II. 1979, scheint aus diesem entstanden zu sein II. 1979.

Gelber-Strom, Menge seiner schwebenden Theile II. 1575.

Genfersee, Analyse II. 1513. — Ist azurblau II. 1572. — Tiefe II. II. 1525. — Veränderungen im Wasserstande II. 1525.

Geogenie, die Chemie griff erst spät in dieselbe ein II. 827—828.

Geologie, Begriff derselben, und ihr Verhältnifs zu den anderen Naturwissenschaften I. 1—3. — Chemische, ihre Basis II. 285.

Gergogne, Analyse II. 1521.

Gesteine, (siehe Gebirgsgesteine und Augit Basaltgesteine u. s. w.). Kein scharfer Abschnitt zwischen vollkommen massigen und ausgezeichnet schiefrigen G. II. 319. — Mit ihren Alkalien scheidet sich Thonerde gleichzeitig aus II. 2157 ff. — G., welche alkalische Silicate enthalten, ihre Umwand-

lung in Chlorit, Serpentin, Speckstein und Talk II. 1566. — Brausen mit Säuren ein Zeichen ihrer Porosität I. 238. — Der Contakt je zweier G. befördert die Zersetzung durch den erleichterten Zutritt der Gewässer II. 2307. — Durchdringbarkeit und Veränderung der G. sind zwei unzertrennbare Erscheinungen II. 2150. — An Eisenoxydulsilicaten reiche G. werden durch Kohle aufgeschlossen II. 62. — Mit Feldspath-Ausscheidung II. 318. — G.-Gänge, welche sich nach unten auskeilen II. 1091 ff. — Gemengte Massen in ihnen II. 14. — Bei Halle II. 937—940. — G., welche keine kalksilicathaltende Mineralien enthalten, brausen auch nicht mit Säuren II. 480. — Durch kieselsaures Eisenoxydul grün gefärbte G., ihre Farbenveränderung künstlich nachzuweisen II. 1482 ff. — Löslichkeit in reinem und kohlensaurem Wasser II. 978. — Umwandlungsprocesse gehen stets in ihnen von Statten I. 388, 406; II. 1319. — Ihre Umwandlung beginnt mit Aufnahme von Wasser I. 765. — Ursprüngliche G. sind nicht nachzuweisen II. 2175. — Bei ihrer ursprünglichen Bildung waren sie ganz anders beschaffen, als jetzt II. 368. — Ihre Veränderungen in tieferen Lagern sind ganz anders als in höheren II. 1438. — Entschieden vulkanische G. II. 287, diesen ähnliche von wahrscheinlich gleicher Entstehung II. 287. — Vom Wasser undurchdringbar II. 385. — Zersetzung in den Werkstätten der Mineralien I. 242.

Gesteine, amorphe, ihre Schmelzbarkeit ändert sich bedeutend, wenn sie in krystallinische übergehen II. 2343.

Gesteine, basaltische, aus ihnen kohlensaures Natron extrahirt I. 367—368.

Gesteine, Beller-G. scheinen an Ort und Stelle zersetzte Leucitgesteine zu sein II. 2302.

Gesteine, geschmolzene, ihr Eindringen in lagerartige Gänge mit hydrostatischen Gesetzen nicht im Widerspruch II. 706 ff., 1066. — Ihre Erstarrung in engen Spalten II. 793.

Gesteine, glimmerhaltige II. 1439 ff.

Gesteine, grobkörnige, in ihnen finden sich die meisten Pseudomorphosen II. 244.

Gesteine, homogene, sind die undurchdringlichsten I. 241. — G. in denen Hornblende als wesentlicher Gemengtheil II. 884—971. — Löslichkeit im Wasser II. 978—980 u. 982. — Zersetzung durch Schwefelwasserstoff I. 652.

Gesteine, krystallinische, II. 2135 ff. — Ihre Bildung kann ursprünglich nicht so stattgefunden haben, wie sie jetzt sind II. 2138, was dafür spricht II. 2109—2110. — Chlorüre in ihnen I. 563—568 u. 591. — Ihre dichte Beschaffenheit steht nicht im Widerspruche mit der Fortführung der Bestandtheile II. 665. — Eisenkies in ihnen I. 930—931. — Ihre Erhebung II. 767. — Die Gemengtheile gehören häufig verschiedenen Bildungsperioden an II. 804, Schwierigkeiten über Gegenwart oder Abwesenheit mancher Gemengtheile zu entscheiden II. 2335. — In der Glühhitze, Verhalten I. 589—590. — Die Grundmasse wird schneller zersetzt als die Krystalle II. 651. — Kein Gyps in ihnen I. 546. — G., k., Kieselsäure, freie, enthaltend sind zu vergleichen mit Zusammensetzungen aus schwefelsauren Salzen und freier Schwefelsäure II. 2323. — Natronsilicate in ihnen I. 641. — Phosphorsäure in ihnen I. 695—700. — Plutonische Bildung, Beweise für sie I. 717—718. — Die Salze im Meere rühren von ihnen her I. 574—579. — Schichtung selbst bei gänzlicher

Zersetzung manchmal noch sichtbar II. 723. — Schwefelsaure Alkalien in ihnen I. 545. — Schwefelsaure Salze I. 530 u. 564. — Silicate, aus jedem Gemenge von denselben mit überschüssiger Kieselsäure können k. G., welche aus zusammengesetzten Silicaten bestehen, sich bilden, und nur in seltenen Fällen bleiben einfache Silicate übrig II. 2325. — Sind in der Regel strengflüssiger als die amorphen, aus denen sie entstanden sind II. 2343. — Können ursprünglich nicht so, wie sie jetzt sind, gebildet worden sein II. 2138. — Süfse Quellen aus denselben I. 548 u. 551—552. — Ueberreste, organische in ihnen II. 117. — Verändern sich in der Tiefe anders, als auf der Oberfläche I. 934. — Durch Verwitterung geben sie einen sehr fruchtbaren Boden II. 98, 99. — Metamorphosen in ihnen durch Kieselsäure-Ausscheidung II. 1296. — Die zeolitischen Gemengtheile in ihnen können sich in Feldspath umwandeln II. 2175. — Zeigen nach ihrer Zersetzung häufig Schichtung oder Absonderung in Bänken II. 2302. — Zink kommt in ihnen vor II. 117.

Gesteine, quarzhaltige, was in ihnen in innigster Berührung war, sondert sich durch den grofsen Schlämmprocefs der Flüsse II. 2351.

Gesteine, sedimendäre, enthalten Kochsalz I. 170. — Haben sich aus dem Meere erhoben I. 746. — Natrongehalt I. 857. — Phosphorsaurer Kalk in ihnen I. 744. — Uebergang in Granite II. 2308. — Umwandlung eines Feldspathgestein in Granit II. 1296.

Gesteine, tertiäre, Zersetzung durch Schwefelwasserstoff I. 765 ff, 829.

Gesteine, vulkanische, der jüngsten Eruptions-Perioden am Vesuv und auf Island sind nicht reich an rein krystallinischen Aggregaten II. 406, 2207, auch nicht die ältern II. 2209, 2276, Feuerprodukt ist nicht Alles, was man in ihnen findet II. 406. — Erleiden spätere Veränderungen auf nassem Wege II. 2233.

Gewältigung, durch sie Verminderung der Menge und des Gehaltes einer Soole I. 208.

Gewässer, Abscheidung, krystallinisch körnige, des körnigen Kalk um so mehr, je weniger diese gleichzeitig Eisenoxydhydrat absetzen II. 1048, Magnesia hat keinen Einflufs II. 1015, 1049. — Grofsartige Bildungen aus geringen Mengen derselben im Mineral- wie im Pflanzenreiche I. 953; II. 895 ff., 1391. — Von oben herabfliefsende G., Absätze aus denselben I. 907—915. — Kieselsäure in allen G. I. 761. — Ihr Lauf auf und unter der Erde I. 4—76. — Phosphorsaurer Kalk in denselben I. 740, kann nicht neben kohlensauren Alkalien bestehen I. 709. — Viele Stoffe führen sie zu und ab II. 805.

Gewässer, kohlensaure, Wirkung derselben I. 765.

Geyser, grofser I. 192, 197, 761. — Entstehung I. 195. — Temperatur I. 762.

Gibbsit I. 501.

Gieseckit, Analysen II. 2257—2258. — Ist Eläolith, welcher in der Umwandlung in Glimmer begriffen ist II. 2257. — Zusammensetzung ist der des Liebenerit ähnlich II. 2258—2259.

Gigantolith I. 487. — Fluor in ihm I. 487. — Umwandlungsprocefs nach Cordierit II. 376, in Glimmer II. 376.

Gilbertit I. 802.

Giobectit, eine Verbindung von Magnesiacarbonat und Magnesiasilicat I. 769.

Glanz der Mineralien, seine Veränderung II. 485.

Glanzkohle, Analyse II. 1764. Mittel II. 1767. — Wird für

eine durch Hitze umgewandelte Braunkohle gehalten II. 1768.
Glas, alkalische Reaktion II. 979. — Löslichkeit II. 978. — Umwandlung in Reaumur's Porcellan II. 247.
Glaserz, gediegenes Silber auf ihm II. 2063. — G. und gediegenes Silber in verschiedenen Gestalten im Barytspath und Flufsspath eingewachsen II. 2064. — Wird durch Wasserdämpfe in den dem gediegenen Silber zukommenden, draht-haar- und moosartigen Formen reducirt II. 2067, 2068, im Mineralreiche fand wahrscheinlich dieselbe Reduction Statt II. 2070.
Glees, Mineralquelle, deren Analyse I. 358.
Gletscher I. 31. — Deren Morainen II. 1526.
Gletscherbäche, (siehe Flüsse). Bestandtheile II. 1529.
Glimmer I. 398; II. 1373-1460. — In Absätzen des Rheines II. 1440. — Alkalien, Gehalt an ihnen II. 412. — Die alkalischen Doppelfluorüre im G. I. 502. — Mit Amianth durchzogen II. 550. — Mit Asbest II. 1400 ff. — Auf Auswürflingen des Vesuv II. 1409, 1412, Analysen II. 1418. — Im Basalt selten II. 1416, dagegen II. 1417, in zersetztem B. II. 1418. — G. und Basalt, Schmelzversuche II. 1404. — Bildung II. 1458, unter dem Einflusse der Atmosphärilien II. 1374, B. des G., welcher in dem körnigen Kalk von Ersby eingeschlossen sich findet I. 520, B. aus Hornblende II. 870 ff., aus Kalkepidot II. 416, 1426, B. durch metamorphische Processe auf nassem Wege II. 334 ff., 347, 1426, gegen seine plutonische Bildung II. 1383 ff., 1393, 1401, 1402, 1403, 1405, 1406, 1407, 1408, 1410, 1424, pseudomorphe B. II. 379—384. — Auf Schlacken II. 1407. — Bitumische Substanzen in ihm II. 1378 ff. — Im bunten Sandstein II. 1449. — In Drusenräumen II. 1402. — In eigenthümlichen Gebilden, mit Asbest II. 1400 ff., in Quarzkrystallen II. 1401, in zerstörten Feldspathmassen II. 1402. — Mit Eisenoxydhydrat überzogen II. 1396 ff. — Das Eisenoxydulsilicat im G. kann auf Kosten des Hydratwassers oxydirt werden II. 1381 ff. — In Erzgängen II. 1402. — Hat dieselbe Farbe, wie das Mineral, aus dem er hervorgegangen ist II. 873, 1382. — Farbenveränderung auf nassem Wege II. 1382, deren Ursachen II. 1381. — Des Fluor Hauptquelle I. 482, 486—487. — In Formen anderer Mineralien II. 1426 ff., lassen sich unter vier Rubriken bringen II. 1427. — G. im Granit, Umwandlungsprocesse I. 850. — Die Mineralien, welche sich durch aufgenommenes Kali in ihn umwandeln I. 847. — Steht in genetischer Beziehung dem Chlorit, Serpentin, Speckstein und Talk sehr nahe II. 1463. — Glühhitze, durch sie Veränderungen II. 1380. — G. im Glimmerschiefer ist sehr eisenreich II. 1452. — Im Granit, Umwandlungen in G. I. 850. — In granitischen Gesteinen, Verwachsung des braunen G. mit dem weifsen II. 1388 ff. — Graue, wolkige Zeichnungen in ihm II. 1395. — Auf Hüttenschlakken, Analyse II. 1423, Bildung II. 1424. — Im Kalkstein I. 515. — Im Kaolin ist ein Zersetzungsprodukt des Feldspath II. 1400. — Kieselsäuregehalt, bedeutender, II. 564. — Auf zersetzten Krystallflächen verschiedener Mineralien II. 1397, des Augit und der Hornblende II. 871, 872, 1397, 1421, 1423, des Turmalin II. 411, 1398, des Chrysoberyll II. 1398, des Korund II. 1399. — Im Laacher-See in Blöcken, Ursprung derselben II. 1413. — Löslichkeit II. 978. — Organische Ueberreste meistens in ihm II. 1379. — Orthoklas zersetzbarer als

er II. 1375. — G. eine Paarung II. 1376. — Präexistenz in vulkanischen Produkten II. 1407, 1410, 1411, 1412. — Der pseudomorphe G. hat die Farbe des umgewandelten Minerals II. 873, 877. — In Quarzkrystallen II. 1401. — Zwischen Rapilli II. 1384. — Die Sauerstoffantheile seiner Basen zeigen kein bestimmtes Verhältnifs II. 1450, 1477. — In schichtweisen Absonderungen II. 276. — In sedimentären Gesteinen II. 1439 ff. — Seine Theilbarkeit II. 1217, 1374, und Unveränderlichkeit stehen mit einander im Widerspruch II. 1374 ff. — Im Thon des Rheins II. 1439. — Im Thonschiefer I. 850. — Uebergang, unmerklicher, in Talk II. 1387. — Umwandlungsprodukt II. 498 u. 1216—1218, von Augit II. 1409. — Umwandlungsprocesse II. 263: nach Andalusit I. 846—847; II. 260—261, Analysen II. 1436 ff., nach Augit II. 561—565, basaltischer Gesteine II. 1419 u. 1421, nach Beryll II. 1426 ff., nach Bonsdorffit II. 374, nach Chiastolith II. 363—364, nach Chlorophyllit 375, nach Cordierit II. 263, 395 ff. u. 402, nach Cyanit II. 1426 ff., nach Fahlunit II. 372—373, nach Fahlunit-Varietäten II 372, nach Feldspath II. 252, 303, 1296 ff., nach Epidot II. 416, nach Gigantholit II. 376, Umwandlungen in G. im Granit I. 850, nach Grünerde II. 561—565, nach Hornblende II. 870—873, nach Hornstein II. 1322, 1388, von Mineralien im G. durch aufgenommenes Kali I. 847, nach Orthoklas II. 1432, Analyse II. 1431, diese Umwandlung beruht auf einem eigenthümlichen Procefs II. 1432, 1438, nach Pinit II. 263, 377—378, 487 u. 1460, Analysen II. 1461, in Serpentin II. 1387, 1470, nach Smaragd II. 1427, in Speckstein II. 446, 502, 552; II. 1387, nach Thonschiefer II. 1441 u. 1453, nach Turmalin I. 846, 847; II. 263, 438—443, Analysen II. 1428, 1430 ff., nach Vesuvian II. 507, ist Kaliglimmer II. 1436, nach Wernerit I. 846, 847; II. 409—412 und 1432, Analysen II. 1433 ff. — Die Umwandlungen beginnen zwischen Theilungs- und Ablösungsflächen II. 383, 384. — G. das merkwürdigste Umwandlungsprodukt, übertrifft im Glanze, in der Theilbarkeit alle anderen Mineralien, steht in der Beständigkeit und Unveränderlichkeit kaum einem anderen nach II. 1216-1217. — Unveränderlichkeit II. 1374. — Veränderung nicht an ihm wahrnehmbar II. 1373. — G. nicht als Verdrängungspseudomorphose nach andern Mineralien II. 239, 1388, jedoch nach Steinsalz II. 1668. — Verhalten zu Säuren II. 1386. — Verwachsung des braunen G. mit dem weifsen II. 1388 ff. — Vorkommen I. 846—847; II. 1388 ff. — G. auf vulkanischen Gesteinen II. 1403. — In Wakke II. 1417. — Wassergehalt II. 90, 389, 1378 u. 1383. — Mit wasserhaltigen Mineralien II. 1399 ff. — Zersetzung I. 446, 502. — In zerstörten Felsmassen II. 1402 — Zusammensetzung II. 391, 1375 ff. u. 1408, ist beinahe dieselbe wie beim verhärteten Talk II. 381.

Glimmerähnliche Gemengtheile, dem Kaliglimmer ähnlich II. 1458. — Im Thonschiefer II. 1457.

Glimmerarten, Eintheilung, Maximum und Minimum ihrer Bestandtheile II. 1377. — Enthalten Natron, meist Wasser und bituminöse Substanzen II. 1378 ff. — Eisenoxydul gegen Eisenoxyd vorherrschend II. 1380. — Unter eine allgemeine Formel können sie nicht gebracht werden II. 1377, 1463. — Durch Glühen verlieren sie meist ihren Glanz und verändern ihre Farbe II. 1380, was von entweichen-

dem Fluorkieselgas herrühren soll II. 1380 ff. — Wasserhalt.-G. nicht auf Auswürflingen des Vesuv II. 1413. — Zusammenhang zwischen optischen, krystallinischen und chemischen Eigenschaften der G.-Arten II. 1386, 1450. — Zwei Arten in Gesteinen im Laacher-See u. s. w. II. 1381—1382, Ursprung II. 1413. — Zusammensetzung II. 1376.

Glimmerbildungen, Ausscheidungen bei denselben II. 1396.

Glimmerblättchen, Dicke, II. 981, 1095, 1217, 1218, 1219. — Die dünnsten entsprechen der Blattbildung in den Blumen II. 1392. — In sedimentären Formationen I. 480. — Auf veränderten Krystallflächen II. 1397.

Glimmer-Gneifs, Magneteisen in ihm II. 578.

Glimmerhaltige Gebirgsarten II. 1439.

Glimmer, kalihaltiger, Uebergang in Magnesia-G. II. 1390, 1448—1449, und umgekehrt II. 1449. — Gleichzeitige Bildung beider Glimmerarten I. 1449. — Kali-G., reiner, warum er von Säuren schwierig zersetzt wird II. 1448.

Glimmer, lithionhaltiger, I. 437. — Verhalten in der Hitze zu Säuren II. 1386.

Glimmer, magnesiahaltiger, Bildung aus Kalisilicate-haltenden Mineralien II. 502. — Scheint der krystallinischen Ausbildung mehr als der Kali-G. fähig zu sein II. 1389. — Uebergang des Kali-G. in Magnesia-G. II. 1390, 1449 und umgekehrt II. 1449.

Glimmerschiefer II. 1442 ff., 1445, Analyse II. 1660—1661. — Bei Behandlung des Glimmerschiefer bleibt die Kieselsäure körnig zurück, und enthält silberweifse, glänzende Blättchen II. 1443. — Bildung aus versteinerungsleerem Thonschiefer II. 1441, 1454, 1456. — Bildg. aus Chlorischiefer II. 951 ff. — Bildg. aus Dachschiefer II. 1452. — Bildg. aus Hornblendeschiefer II 951 ff. — Dolomit von jüngerer Bildung als Gl. II. 962. — Erzführend II. 954. — Erzarmuth der Gänge in ihm II. 2111. — Gesteine, welche ihn durchsetzen II. 954. — Glimmer in ihm sehr eisenreich II. 1452. — Granaten in ihm II. 1454. — Grünstein- oder kalksteinartige Massen eingelagert II. 961. — Mit bedeutendem Kalkgehalte II. 1446. — Kalkstein von jüngerer Bildung als G. II. 962. — Magneteisen in ihm II. 586. — Nicht durch plutonische Metamorphose entstanden II. 964, 1094. — Der Quarz, der lagerweise in ihm vorkommt, ist ein Zersetzungsprodukt von Silicaten II. 1442. — Schwefelsäure extrahirt um so mehr Basen, je mehr die Magnesia beträgt II. 1448, sie zersetzt viel schwieriger die alkalischen Silicate der Thonerde, des Eisenoxydul und der Magnesia II. 1448. — Uebergang des Chlorit in ihn schwebt noch im Unklaren II. 952 ff. — Uebergang in Quarzfels und Quarzschiefer II. 1271 ff. — Umwandlungsprocesse: nach Chloritschiefer II. 953, in Cordierit-Gneifs II. 398, nach Hornblendeschiefer II. 952, nach Thonschiefer II. 396—400 u. 1453. — Zur vollständigen Umwandlung fehlt es meist an der dazu nöthigen Menge von Alkalien oder Eisenoxyd II. 1453. — Im Urschiefer II. 974.

Glimmerschiefer, chlorithaltiger, II. 1458.

Glimmerschiefer, kalkhaltiger, II. 999, 1425. — Aus Dachschiefer hervorgegangen II. 1452 (siehe Glimmerschiefer). — Die nicht plutonische Bildung des Glimmers in ihm ist evident II. 1425.

Glimmerschiefer, magnesia-

haltiger, nicht aus Thonschiefer entstanden II. 1453.

Gneifs, im G. der Alpen tritt Glimmer sehr zurück, fehlt auch ganz und wird durch grüne Chloriterde ersetzt II. 2348. — Bildung nur durch eine Metamorphose auf nassem Wege II. 352, 970. — Braust nicht mit Säuren, wenn er nicht Kalksilicathaltende Mineralien enthält II. 480. — Erzreichthum der Gänge in ihm II. 2113—2114. — Auf Flysch II. 350. — Als ein Theil des Glimmerschiefer II. 394 ff. — Eine glühende Gneifsmasse kann nicht angenommen werden II. 2346. — Läfst sich nicht vom Granit trennen II. 2345. — G., in welchem Kalkspath den Feldspath vertritt II. 2348. — Mit Kalksteinen in inniger Verknüpfung II. 350, 2344 ff. — Kaolinartig in der Nähe der Erzgänge II. 2110. — Löslichkeit II. 978. — Ein metamorphosirtes sedimentäres Gestein II. 247 ff., grofse Schwierigkeiten, sich diese Metamorphose auf plutonischem Wege zu denken II. 248, sie kann nur auf nassem Wege gedacht werden II. 249. — Porphyr, in dessen Nähe ist der G. unverändert, aber verändert, wenn die Gewässer Zutritt hatten II. 2116. — Auf mächtigen Schieferschichten II. 350. — Aus Thonschiefer hervorgegangen II. 396 ff. — Uebergang in Kieselschiefer II. 1272. — Umwandlung nach Thonschiefer II. 397—400. — Im Urschiefer II. 974.

Gneifs, Cordierit-haltiger, II. 397, 402. — Verhältnifs zum Glimmerschiefer und Thonschiefer II. 397 ff.

Godelheim, Kohlensäure-Entwicklung I. 286.

Godesberg, Kohlensäure-Entwicklung I. 248, 307, 308, 352.

Göthit, Wassergehalt II. 1349.

Gold, gediegenes, die Alluvionen sind in der Regel reicher an G. als die Gebirgsgesteine II. 2062. — Im Eisenkies vielleicht als Schwefelsalz II. 2053. — Mit Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat häufig in Begleitung II. 2053—2054. — In verschiedenen Erzen II. 2053—2054. — Erze, silberhaltige, wie bei ihrer Zersetzung Gold ausgeschieden wird II. 2054. — Kieselsäure, unverkennbare Beziehungen des G. zu ihr II. 2055. — Löslichkeit des Schwefelgoldes in reinem Wasser II. 2051. — Mit Quarz II. 2050, 2054. — Quarzgänge, wie die Einführung des G. in sie gedacht werden kann II. 2057. — Silberhaltig II. 2051, Analysen II. 2052, Silber stets ein Begleiter II. 2054. — Vorkommen II. 2050, in Drusenräumen und in drahtartigen Formen spricht für Absätze aus unbekannten Goldverbindungen II. 2050-2051. — Zusammensetzung II. 25.

Goldamalgam II. 2057.

Goldoxyd, kieselsaures, künstliches, Auflösung und Reduktion unter gewissen Umständen II. 2055. — Existirt wahrscheinlich im Mineralreiche II. 2055, ist jedoch nicht nachweisbar II. 2056 ff.

Goldstaub, seine Entstehung ist im aufgeschwemmten Lande desto leichter zu erklären, je feiner er ist, schwierig aber das Vorkommen des G. in gröfseren zusammenhängenden Massen II. 2050, 2060.

Gorkoi-Jerik, salzhaltiger Flufs, der sich in den Elton-See ergiefst, Analyse II. 1734. — Ungewöhnlich grofser Gehalt an Chlorcalcium II. 1734 kann nicht von reinen Steinsalzlagern herrühren II. 1734.

Gosau-See, sein Absatz ist kohlensaurer Kalk II. 1581.

Gottesgabe, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1749.

Grammatit (siehe Hornblende). Löslichkeit II. 978.

Granat II. 451 ff., 574. — Abtheilungen desselben: Almandin,

Grossular, Hessonit, Romanzovit, Melanit, Rothoffit, Uwarowit, II. 451—452. — Alkalien in ihm II. 482, er scheint keine Neigung zu haben die Alkalien aufzunehmen II. 497. — In Auswürflingen früherer Eruptionen vom Monte Somma II. 464. — Ihre Begleiter II. 456, Hornblende, kohlensaurer Kalk II. 456, Magneteisen II. 454, welches sie eingewachsen enthalten II. 455, Strahlstein u. s. w. II. 456. — Bildung aus Augit II. 568, 571, Bildg. auf nassem Wege II. 457, mögliche B. II. 786, keine plutonische B. II. 473. — In Blöcken keine vulkanische B. II. 466—468. — Brausen mit Säuren II. 477. — Im Dolerit II. 469. — Einschlüsse II. 458—477. — Eisenerz-Gänge in einem Granatlager II. 485. — Eisenkies im G. II. 458. — Eisenoxydul scheint aus G. fortgeführt zu werden II. 485, 497. — Epidot in ihm II. 477. — Auf Erzlagern II. 459 ff. — Färbung, verschiedene, der G. II. 453. — Gewisse Flächen werden von andern durch Verwitterung angegriffen II. 475. — Geglühte G., warum durch Säuren zersetzbar II. 470 u. 472, dieses spricht gegen die plutonische Bildung II. 471 ff., Erklärung dieses Verhaltens II. 471. — Geschmolzene G. und Vesuviane, Verhalten II. 474. — Aus Glimmerschiefern, Analysen II. 1454 ff. — G. im Hornblendegestein II. 463, sind wie alle Kalksilicate-haltenden Mineralien, vorzugsweise der Zersetzung unterworfen II. 482. — Kalksilicat im G., dessen Zersetzung ein sehr wichtiger Procefs II. 498 ff. — Kieselsäure, überschüssige, in denselben II. 478 ff., 481. — G.-Körner im Serpentin II. 495. — Kohlensaurer Kalk in demselben ein Zersetzungsprodukt II. 479 und 481. — G. vom Laacher-See II. 469 sind keine vulkanischen Bildungen II. 466 ff., kommen in ihm mit Mineralien vor, wie sie sich so häufig in Begleitung des G. finden II. 469. — In Lava II. 465. — Magneteisen in denselben II. 455. — Mineralien seiner Art II. 403. — Oxydationsstufe des Eisens in demselben II. 452—453. — Quarz in demselben II. 482. — G. und Säuren, Verhalten II. 470 u. 471. — Durch Schmelzen werden sie magnetisch II. 455 ff. — Das specifische Gewicht des G. mindert sich durch Schmelzen II. 473. — Die Stoffe, welche sie den Quellen liefern I. 449. — Umwandlungsprocesse: II. 1505, nach Augit II. 568, 572, in Chlorit II. 90, 486—487, 494—495 u. 498, in Fahlunit (?) II. 486, in Glimmer ist nicht bekannt II. 497, in Magneteisen II. 490 ff., in Serpentin II. 268, 490—495, was bei dieser Umwandlung aufgenommen und ausgeschieden wird II. 1490 ff., in Speckstein I. 449; II. 495 ff., in Talk II. 496, wie diese Umwandlung erfolgt II. 492. — Vorkommen II. 454 u. 458, des braunen II. 454, des grünen II. 454, des rothen II. 453, des schwarzen G. II. 454. — Wernerit in ihm II. 477. — Zersetzungen II. 475—476 und 497, sind mit Ausscheidung des Kalk verknüpft II. 497. — Ein Zersetzungsprodukt desselben Helvin II. 488, durch Zersetzung Verlust an Bestandtheilen II. 485.

Grand Rond, Analyse des Bodens II. 1594.

Granit II. 2304 ff. — Die Alkalien vom zersetzten Feldspath werden zu pseudomorphen Processen in G. verwendet I. 849, 850. — Im G. der Alpen tritt Glimmer sehr zurück, fehlt auch ganz und wird durch grüne Chloriterde ersetzt II. 2348. — Analysen II. 2305 ff. — Baryt, ein Gemengtheil desselben I. 611, G. und Basalt, Sonderung

in Massen derselben II. 18. — Bildung, plutonische, Beweise gegen sie II. 2023. — Bildung seiner Gemengtheile, Succession in derselben II. 1294. — Braust nicht mit Säuren I. 413, wenn er nichl Kalksilicate-haltende Mineralien enthält II. 480. — Chlorit, G.-Fragmente in ihm II. 1480. — Chlorit, eisenhaltiger, in Drusenräumen des G. II. 625, 653, 833. — Contakt desselben mit Kalkstein II. 1014—1015. — Einlagerungen von G. in Gneifs sind weder plutonisch-metamorphosirt noch eruptiv II. 1092. — Feinkörniger G. schwerer zersetzbar als grobkörniger II. 284. — Kann aus reiner Feldspathmasse hervorgehen II. 1297. — Flufsspath in seinen Drusenräumen II. 657. — Fragmente vom G. in Chloritgängen II. 1476, 1480. — Eine sehr schwefelreiche Fumarole in ihm II. 178. — Gemengtheile II. 2304, deren auch nur approximative quantitative Bestimmung ist nicht möglich II. 2313, Bestimmung derselben auf mechanischem Wege II. 2321, Maximum der beiden Feldspathe, Minimum des Quarz, Maximum und Minimum des Magnesiaglimmer, wie sie zu finden sind II. 2314 ff.; Schätzung des Kaliglimmer II. 2318-2319, die Ergebnisse der Rechnung in Vergleichung mit der mineralogischen Beschreibung II. 2316 ff. In manchen Graniten sind Mineralien vorhanden, welche mehr Thonerde als der Orthoklas enthalten II. 2320, ihr Wassergehalt zeigt, dafs sie alle mehr oder weniger kaolinisirt sind und entspricht der überschüssigen Thonerde II. 2320. — Läfst sich nicht vom Gneifs trennen II. 2345. — Soll Grauwakkenschiefer in Gneifs und Glimmerschiefer umgewandelt haben II. 359, Einwendungen dagegen II. 359 ff. — Kali in gröfserer Menge in den G. als Natron, in den trachytischen Gesteinen findet das Umgekehrte Statt. Darin ist die Ursache zu suchen, warum aus sonst ähnlichen Massen bald G., bald trachytische Gesteine entstehen können II. 2339—2340. Es giebt aber G. und trachytische Gesteine, in denen diese Unterschiede nicht Statt finden, wodurch sich die Sache verwickelt II. 2340 ff. — Kalk, phosphorsaurer, durch G. in der Glühhitze nicht zersetzt I. 713. — Kalkspath in den Drusenräumen des G. II. 657. — G., in welchem Kalkspath den Feldspath vertritt II. 2348. — G. und Kalksteine, innige Verknüpfung II. 2344 ff. — Magneteisen in ihm II. 578. — Die Mineralien im G. sind nicht in der Folge vorhanden, in welcher sie sich nach den ungleichen Graden ihrer Schmelzbarkeit hätten bilden müssen II. 924, 2324. — Pseudomorphe Processe in demselben I. 846. — Seine Schmelzbarkeit II. 739. — Quarz, eine langsame Erstarrung kann nicht seine Ausscheidung bewirkt haben II. 2250—2251. — Silbergehalt, grofser, der Gänge in ihm II. 2114. — Silicate, einfache, selten in G. II. 2324. — Stoffe, welche derselbe den Quellen liefert I. 447. — Sehr strengflüssig II. 739, strengflüssiger als die Gesteine, aus denen sie hervorgegangen sind II. 2343. — G. und Thonschiefer, scharfe Grenze zwischen ihnen II. 349. — Auf Thonschiefer II. 349. — Aus Thonschiefer entstanden II. 346 ff., 350, 2308. — Uebergang in sedimentäre Gesteine II. 2308, 2344, in Serpentin II. 1017, wie er möglicher Weise zu denken II. 1018. — Umwandlungsprocesse I. 846, 848-849; II. 311. in Serpentin II. 1017, 1484, in Speckstein II. 1484, in Talk II. 1480, nach Thonschiefer II. 346—348. — Seine Verzweigung kaum von Papierdicke im Horn-

stein II. 347, solche Verzweigungen nicht auf plutonischem Wege gebildet II. 348 ff. — G. der Vogesen von vielen Gängen eines Turmalin führenden Granit, auch von erzführendem durchsetzt II. 2307. — Wasserhaltige Mineralien in ihnen II. 398. — G. zerfallen durch mechanische und chemische Zersetzung wesentlich in Thon und Quarz II. 2351. — Zinnstein in ihm II. 2034. — G., deren Zusammensetzung nahe der der trachytischen Laven kommt und die deſshalb von feuerflüssiger Entstehung sein können II. 2251, sie würden als amorphe Massen erstarrt sein II. 2342 ff.

Granitgänge II. 1194, 2307. — Ganggranit, Analyse II. 2311, 2313. — Im Granit, deren Entstehung II. 2096.

Granitgesteine II. 2304 ff. — Die Grundmasse kann das Material für dieselben Mineralien enthalten, welche in gröſseren Krystallen ausgeschieden sind II. 2325. — Granitgesteine, hornblendehaltige, brausen mit Säuren II. 846.

Granitit II. 2305.

Granulit II. 397-398, 2308, 2335 ff. (Weiſsstein, Leputinit). Analysen II. 2336-2337. — G.-Fragmente in Chloritgängen II. 1476. — Gemengtheile II. 2335, sind nicht zu berechnen II. 2337. — G. sind Granite mit groſsem Quarzgehalt II. 2344. — Uebergang in Chlorit II. 1484, 1489, in Eklogit (von oben nach unten) II. 1479, in Serpentin II. 1475 u. 1479, in Speckstein II. 1484, 1489, in Talk II. 1484, 1489, in Trapp-Granulit II. 1476, 1478, 1484, 1485 ist mit einer Ausscheidung von Quarz verknüpft II. 1484. — Verhältnisse, die noch aufzuklären sind II, 2338. Zersetzung in Sand und Thon II. 2337.

Graphit, Asche, stets in geringen Mengen in ihm II. 66. — Seine Bildung II. 59 ff., 67, im körnigen Kalk II. 63—64, in krystallinischen Gesteinen II. 62, auf nassem Wege II. 69. — Eisenerze durch ihn verdrängt II. 70, 1304, 1325. — Neben Eisenoxydulsilicaten im feuerflüssigen Zustande nicht II. 61. — In Eisenschlacken II. 69. — Auf Gängen in krystallinischen Gesteinen II. 65. — Im Meteoreisen II. 73, eine secundäre Bildung II. 74. — In Pseudomorphosen nach Eisenkies in einer Meteormasse II. 62, 67, 70—72, Bildung dieser Pseudomorphose II. 71 ff., 74. — In Roheisen II. 67. — Vorkommen in krystallinischen Gesteinen II. 60.

Grausilber, kohlensaures Silberoxyd II. 2004—2005.

Grauwacke, (siehe auch Uebergangsgebirge) Carbonate enthaltend, Analysen II. 1653 ff. — Durchbrochene G. und Basaltkegel, Höhe derselben II. 724—725. — Hat sich mehr erniedrigt, als die Basaltkegel II. 730. — Erzarmuth der Gänge in ihr II. 2113—2114. — Feldspathkrystalle in ihr II. 343 ff., die wohl ausgebildet, meist aber schon etwas verwittert sind II. 1652. — Feuerflüssige Massen unter derselben II. 729. — Fragmente von ihr, ob auch im Basalt II. 732. — Kann zu Glimmerschiefer das Material liefern II. 1456, siehe Thonschiefer. — Die Schiefermasse scheint erst nach der Petrificirung der Schalen eingedrungen zu sein II. 1656. — G. und Thonschiefer eingeknetet in Lava II. 732 u. 749.

Grauwacke, devonische, Kalkstein-Gerölle enthaltend II. 1656.

Great-Salt-Lake, hat keinen Ausfluſs II. 1744. — Gesteine und Klippen längs der Küste einer Insel mit einer Salzkruste überzogen II. 1745. — Ist mit Kochsalz ganz gesättigt II. 1745. — Salz aus dem See, Analyse II. 1746. — Kein Salzabsatz auf dem Boden II. 1746. — Salz-

gehalt, dessen Ursprung II. 1745 —1746. — G. und Todtes Meer, Parallele zwischen ihnen II. 1747.
Greenockit II. 1932.
Greenovit II. 1958.
Grenelle, artesische Brunnen I. 403. — Das Wasser des Bohrloches enthält nur Kalisalze I. 403; II. 413.
Griesbach, Mineralquelle enthält kein Kali I. 405.
Grokronit II. 1940.
Grossular siehe Granat.
Grüneisenstein II. 2006. — Bildung aus Eisenblau II. 2006.
Grünerde I. 450, 805, 855, 949. — Beträchtlicher Alkaligehalt in ihr I. 800. — Als Infiltrationsprodukt II. 655. — Kommt mit Chlorophäit, Cronstedtit, Hisingerit, Sideroschisolith überein I. 455. — Umwandlungsprocesse: nach Augit I. 806; II. 561—565, in Glimmer II. 561—565. — Ursprung II. 566. — Vorkommen I. 806, 809 ff., 815. — Zersetzung ist schwierig I. 811 ff., wie dies künstlich nachzuweisen ist II. 1483.
Grünschiefer II. 943. — Analysen II. 993 ff. — Das Brausen mit Säuren scheint ihnen eigenthümlich zu sein II. 996. — Carbonate in ihnen II. 993 ff. — Kalksilicate in ihnen II. 993—994. — Sind sedimendäre Bildungen II. 998. — Uebergang des Augitporphyrs in G. II. 924 —926. — Im Urschiefer II. 974. — Scheinen Zersetzungsprodukte von Silicaten zu sein II. 995.
Grünsteine II. 941—944. — Bildung II. 1282-1283. — Charakterisirt gröſsern Theils durch Augit, kleinern Theils durch Hornblende II. 944. — Nicht zu classificiren, bilden eine Reihe zwischen Augitporphyr oder Melaphyr und Diorit oder Syenit II. 948, Euphodit, Gabbro und Hyperit sind zu ihnen zu zählen II. 951, 1094. — Im Contact mit Thonschiefer, dichte G., II. 941, mit Uebergangskalk II. 1067 ff. — Kann keine eingeschlossene plutonische Masse sein II. 1066 ff. — Keine Contakt-Wirkungen II. 1067. — Erzarmuth der Gänge in ihm II. 2113. — Erzführend II. 954, 955. — Farbe, verschiedene II. 943. — G. und Hornblendegesteine, metamorphische Processe auf nassem Wege im Allgemeinen, Umwandlung sedimentärer Gesteine in Grünstein u. s. w., ihr Verhalten zum Thonschiefer II. 972-1009. — Von Kalkspath ganz durchdrungen II. 1067. — G. und angrenzender Kalkstein, Causalzusammenhang II. 1012. — Labrador in ihnen II. 940. — Löslichkeit II. 978. — Mandelsteinartige G., enthalten Kalkspatkörner II. 625. — Im Nassauischen, deren Bildung jünger als die Haupthebung des ganzen Schiefergebirges II. 1059. — Keine plutonische Bildung II. 1065. — Prehnitgänge in demselben II. 947. — Rotheisensteine und Schalsteine, Verhalten zu Grünsteinen, und zu den Gesteinen des Schiefergebirges, evidente Beweise für die neptunische Bildung II. 1059 —1098. — Schwarzer G. II. 941. — Sogenannter G. II. 938. — Zum Thonschiefer in inniger Beziehung II. 972. — Thonschiefer nirgends vom G. durchbrochen II. 972. — Zusammensetzung II. 948.
Grünsteinartiges Gestein bei Darmstadt mit Barytspathadern und Kalkspath II. 1073.
Grünsteingänge Verminderung der kohlensauren Magnesia im Kalkstein neben ihnen II. 1012.
Grünsteinknollen und Kugeln im Thonschiefer II. 973.
Grünsteinlager im Gneiſs mit Eisenerz imprägnirt II. 964, das Eisenerz stammt von Hornblende ab II. 906.
Guayaquil bildet kein Delta II. 1601.

Gyps, Absätze aus heifsen Quellen, I. 900. — S. Abscheidung aus dem Meerwasser, siehe Steinsalz. — G. und Augite kommen auf Erzlagerstätten nicht selten vor II. 781. — Bildung I. 534, 540 ff., 553 und 570, widersinnige Ansichten über sie II. 182 ff. — B. aus kohlensaurem Kalk, warum sie nicht in den ältesten sedimentären Kalksteinen vorkommen II. 176, 177, 180, B. im Tuff II. 173. — B. in Solfataren II. 169—170, durch vulkanische Thätigkeit II. 176. — G. und Dolomit I. 532. — Keine eruptive Bildung I. 541. — Gebrannter G. krystallisirt unter Wasser II. 333. — Dem kohlensauren Kalkabsatz ähnlich II. 174—175. — In Lagern als Zersetzungsprodukt II. 174, 276. — G.-Lösung soll sich durch kohlensaure Magnesia zersetzen I. 592. — Nicht im Meere, in welchem sich die Grauwacke-Gruppe abgesetzt hatte II. 177, 178. — Ortsveränderungen desselben I. 533. — In Quellen aus krystallinischen Gesteinen selten I. 548. — G.-Ringe, concentrische, deren Dicke II. 1055. — Warum er keine Schichtung zeigt I. 543. — Schwefel wurde vorzugsweise aus ihm ausgeschieden II. 162. — Mit Schwefel I. 534, nur aus Schwefelwasserstoff II. 161 u. 177. — Gyps, Schwefel und Schwefelwasserstoff in ihren gegenseitigen Beziehungen II. 164—185. — Nicht aus Schwefligsäuregas II. 182—185. — G. und Schwefel in Solfataren II. 171. — Umwandlungsprocesse: des Anhydrit in G. I. 537, in Brauneisenstein II. 1336, in kohlensauren Kalk I. 533, nach Steinsalz II. 1083 ff., des Witherit in Barytspath durch G. I. 619—623. Keine ursprüngliche Bildung I. 535. — Vorkommen I. 532 und 571, nicht in krystallinischen Gesteinen I. 546. — Wegwaschung des G. I. 542—543. Zersetzung desselben durch alkalische Silicate I. 344.

Gypskrystalle, in den Schwefelquellen Siciliens II. 151 ff., rühren vom Schwefelwasserstoff her II. 161.

Gypslager, vor dessen Absatz war das Meer reicher an Chlornatrium und schwefelsaurem Kalk als jetzt II. 1566, nach dem Absatz sind die Magnesiasalze gröfstentheils im M. zurückgeblieben II. 1567.

Gypsrosen auf Dornreifsern II. 1046. — Grofse Zahl der Gypsringe II. 1054 ff.

Gypsspath, Umwandlungsprocefs nach Kalkspath II. 241, in Quarz II. 1306.

Gypsstalaktiten, Bildung II. 1054.

H.

Haarkies II. 1931.

Habichtswald, Säuerlinge I. 244.

Härte der Mineralien, ihr Verlust II. 485.

Halblasurblei II. 2013.

Halbopale, Analysen derselben II. 1237. — Im Taunusschiefer II. 1650. — Umwandlungsprocefs des Kalkspath in H. II. 1299—1304. — Veränderungen der H. II. 1238. — Verhalten zu Säuren II. 1233.

Hall's Versuche II. 1038.

Halloysit I. 800, 801; II. 1902. — Vorkommen II. 1192.

Harmonia praestabilita setzt häufig die pluton. Hypothesen voraus II. 447, 1407 ff.

Harmotom, auf ihn Magneteisen in Lava II. 288, 289, 586—587.

Harnische II. 2094.

Hartin aus Braunkohle II. 1799.

Hartit II. 1803.

Hausmannit, Baryt in ihm I. 424. — Umwandlungsprocefs nach Bitterspath II. 1180, nach Kalkspath II. 1179, 1207, 1208, 1307, nach Manganit II. 1368.

Hauyn, Schwefelsäure in ihm I. 545.

Haytorit, Glühverlust, II. 1226.

Hebungen I. 958—960, des Bodens durch artesische Brunnen I. 72—73.
Heilbronn, Mineralwasser, dessen Analyse II. 357 u. 373.
Heliotrop in Drusenräumen II. 1277.
Helvin aus Chlorit hervorgegangen II. 487. — Ein Zersetzungsprodukt des Granat II. 488. — Zusammensetzung II. 488.
Hepatit I. 625; II. 1309, 1700.
Heppingen, Mineralwasser, dessen Analyse I. 389.
Herculesbäder, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1749.
Herrerit II. 2002.
Hessonit siehe Granat.
Heu enthält 2 Proc. Kieselsäure II. 891, nimmt, wie Stroh, während des Wachsthums grofse Quantitäten Wasser auf II. 892.
Hisingerit I. 803 ff., 805.
Höhlen im Dolomit, Bildung II. 1171. — Im Kalkgebirge, Bildung II. 1171, 1187.
Hof-Geismar, Kohlensäure-Entwicklung I. 286.
Hohe Acht war nicht ursprünglich von der Grauwacke ganz umschlossen II. 730.
Holland, Sandabsätze an seinen Küsten II. 1601.
Holz, hohle Bäume, II. 1794. — Durch Barytspath versteinert I. 600; II. 1842. — Faulen des H, die bedeutende Abnahme bei demselben ist schwierig zu erklären II. 1794. — Natron nur in sehr geringer Menge von ihm aufgenommen II. 703, 718, 872. — Oxydation des H., Grenzen derselben II. 1773, auch unter Wasser II. 1774. — Physikalische Eigenschaften des H., während sie sich sehr verändern, erleidet die chemische Zusammensetzung nur geringe Veränderungen II. 1793. — H.-Substanz, die verschiedenartigsten Produkte können aus ihr entstehen II. 1797. — Umwandlungsprocesse II. 893, wie die Umwandlung in Steinkohlen erfolgt II. 1778 ff., sie kann auch ohne Mitwirkung des äufseren Sauerstoff erfolgen II. 1794 ff. — Vermodern des Holzes II. 1775, ist es dadurch, oder durch mechanische Zertheilung zu feinen Partickelchen geworden, so sinkt es im Wasser unter II. 1810, jene setzen sich dann im ruhigen Wasser schneller ab als schwebende unorganische Theile II. 1811, 1814, 1816, 1819. — Unter Wasser faulendes H. verliert nur sehr wenig an seiner Masse II. 1794. — Zersetzung II. 1773 ff. — Mittlere Zusammensetzung II. 1767.
Holz, bituminöses, Umwandlungsprocefs desselben in Pechkohle II. 765. — Verkohlung auf trockenem und auf nassem Wege II. 70.
Holz, fossiles, wie es aus Holz entstanden ist II. 1785.
Holz, versteinertes, aus den Umgebungen des Lough-Neagh, Analyse II. 1547.
Honigsteinsäure II. 1803 ff.
Hopeit II. 1884.
Hornblende I. 399, 483; II. 845—853. — Analyse frischer und zersetzter H. II. 809. — H. oder Augit in Gesteinen II. 916. — H. von Augit unterschieden II. 915, Zusammensetzung beider II. 856—857. — In Auswürflingen II. 846. — Bildung, mögliche, auf nassem Wege II. 786. — Mit Diallag verwachsen II. 538. — Im Dolomit II. 860 ff. — In Drusenräumen II. 863, 2183. — Im Erzgebirge selten II. 958. — In Erzlagern II. 860, 965. — In Feldspathgesteinen II. 936. — H. und Feldspath im Syenit II. 922. — Fluorgehalt I. 486, 491, 514, 515, 521; II. 845. — In der Form von Wernerit II. 419. — Gesteine, welche dieselbe als wesentlichen Gemengtheil enthalten II. 884—971. — Glimmer auf zersetzten Krystallflächen der H. II. 871—872, 1397, 1421, 1423.

— Im Granat II. 861. — Im Granit II. 861. — In Grundmassen II. 635—646. — H. und Hornblendegesteine, Resultate II. 1092 ff. — Mit Hypersthen verwachsen II. 538. — H. und Kalk II. 915. — Kalk wird bei gänzlicher Zersetzung extrahirt I. 448. — In dem körnigen Kalk von Ersby eingeschlossene H. II. 860 ff., Bildung derselben I. 520. — In Laven II. 544 ff., 863, 864. — Löslichkeit II. 978, 982 ff. — Kalk-Magnesia-H. II. 847. — Magnesia wird bei gänzlicher Zersetzung extrahirt I. 448. — Magneteisen ein Zersetzungsprodukt II. 746. — H. von Mineralien begleitet, welche Zersetzungsprodukte derselben sind II. 966. — Nicht von plutonischer Bildung II. 863, 865, 966. — Quarzkugel in Hornblende eingeschlossen II. 1490. — Als Rinde auf Wernerit II. 865. — Sauerstoffquotient II. 850. — Mit Smaragdit verwachsen II. 538. — Umwandlungsprocesse der H. II. 864, 1505, nicht so mannigfaltig als die der Augite II. 804, 1092: in Asbest II. 546 ff., 869, nach Augit II. 532, 539, 540 ff., 568, 572, in Chabasit (?) II. 600, 877—878, 880, in Chlorit II. 90, 865, 959, mit Ausscheidung von Quarz und Bildung von kohlensaurem Kalk und Magneteisen II. 880, in Glimmer II. 870—873, 877, 888, 951, 1093, in Jaspis II. 868 ff., in Serpentin II. 866, 959, was bei dieser Umwandlung aufgenommen und ausgeschieden wird II. 1490 ff., in Speckstein II. 552, 867, in Talk II. 967. — Verhalten zu Säuren II. 845. — In einem mit Versteinerungen erfüllten Gestein II. 973. — Verwachsung mit Diallag II. 606. — Verwitterung, Unterschiede in ihr II. 845 ff. — Verwittern schwieriger als die Augite II. 846, 1092. — Vorkommen II. 850—853. — Zersetzungsprocesse II. 272, 879—883. — Zusammensetzung II. 845.

Hornblende, alkalihaltige II. 849, 877, 1092.

Hornblende, fluorhaltige I. 514 u. 521.

Hornblende, thonerdefreie, II. 847—849. — Zusammensetzung II. 847 ff.

Hornblende, thonerdehaltige, II. 850—854. — Berechnungen II. 852 ff. — Chemische Unterscheidung von den thonerdehaltigen Augiten II. 856 ff., 915. — Formel für die thonerdehaltigen H. II. 855. — Maximum und Minimum der Kalkerde und der Magnesia II. 540. — Vorkommen II. 859 ff. — Zusammensetzung II. 852—855.

Hornblendegesteine II. 884 — 889, 925 ff.; (siehe Hornblendeschiefer). Mit Albit II. 884. — Analyse II. 898—899 u. 929. — Bildungsart II. 955. — Brausen selten mit Säuren II. 846, 952. — Eisenspath ein Zersetzungsprodukt II. 958. — Enthalten fast nur schwarzen, schwarzgrauen, grünen und tombakbraunen Magnesiaglimmer II. 1417, 1436. — Feldspathe in denselben II. 912 und 917—918. — Fünf Species II. 941. — Formeln zur Berechnung derselben II. 902 ff. — Ihre Gemengtheile berechnet II. 903—905. — H. und Grünsteine, ihr Verhalten zum Thonschiefer II. 972—1009. — Von Magneteisen begleitet II. 575, 585 ff. — Mit Oligoklas und Orthoklas II. 884. — Metamorphische Processe auf nassem Wege im Allgemeinen, Umwandlung sedimentärer Gesteine in Hornblendegesteine II. 972—1009. — Mit Syeniten verglichen II. 925 ff. — Zum Thonschiefer in inniger Beziehung II. 972, 1095. — Im Thonschiefer bildet untergeordnete Lager II. 974. — Uebergang in Chlorit- und Glimmerschiefer II. 951, 952, ist mit einer Ausscheidung

von Kalkerde verknüpft II. 953. — Umwandlungsprocesse II. 951, in Talkschiefer II. 967. — Wassergehalt II. 904, ein sehr geringer II. 931. — Zersetzung II. 951.

Hornblendegesteine, dioritische oder Albit-H.-Gesteine II. 884.

Hornblendegesteine, erzhaltige, Flufsspath in ihnen II. 944. — Kommen mit körnigem Kalkstein und Dolomit vor II. 954.

Hornblendegesteine, gemeine, wesentlicher Gemengtheil des Syenit und Diorit, als zufälliger in verschiedenen krystallinischen Gesteinen II. 861, im Gneifs in papierdicken Streifen nicht von plutonischer Bildung oder Metamorphose II. 862.

Hornblendegesteine, quarzfreie, Analyse II. 929—935. — Einer braust mit Säuren II. 931, sechs andere nicht II. 996. — Folgerungen II. 932 ff. — Kieselsäuregehalt nahe übereinstimmend II. 932. — Sehr wenig Wasser in ihnen II. 931.

Hornblendegesteine, quarzhaltige, Analysen II. 933ff. — Folgerungen II. 934 ff., 1004. — Unterscheidung von Augitgesteinen II. 944.

Hornblendekrystalle und Augitkrystalle neben einander II. 859, letztere von älterer Bildung als erstere II. 860. — Mit welchen Feldspathen beide vorkommen II. 860. — Hornblendekrystalle verschwinden und Albit tritt an ihre Stelle II. 862.

Hornblendekrystalle, eisenhaltige, Kalkspath in ihnen II. 536.

Hornblendelager, Umwandlung in Serpentinlager II. 867.

Hornblendeschiefer, Analyse II. 895—896, 995. — Löslichkeit II. 978. — Ein metamorphisches Gestein II. 971. — Im Thonschiefer II. 973—974. — Uebergang in Glimmerschiefer II. 877, in Syenit II. 1003. — H. ein umgewandelter Thonschiefer II. 976—977 und 997—998. — Umwandlungsprocefs in Glimmerschiefer II. 952. — H. im Urschiefer II. 974, sind keine gebackenen Thonschiefer II 975, letztere wurden auf nassem Wege metamorphosirt II. 976 ff, 997 ff., 1095.

Hornmangan I. 814.

Hornstein, Eisenerze durch ihn verdrängt II. 70, 1304, 1325. — Glühverlust II. 1226—1227. — Opal in ihm eingeschlossen II. 1234. — Mit gediegenem Silber II. 2064. — Umwandlungsprocesse: nach Barytspath II. 1307, nach Eisenspath II. 1304, nach Flufsspath II. 1309—1313, nach Glimmer II. 1322, nach Kalkspath II. 1299—1304. — Umgewandelter Thonschiefer II. 348, 351. — Aus verkieselten Pflanzensubstanzen II. 1241.

Ho-t-scheou, Vulkan von Turfan und vom Pe-Schan II. 120.

Hüttenschlacken, krystallinische II. 373—374.

Humboldtit II. 2021.

Hundsgrotte I. 250, 331.

Hungerquellen I. 37, 74.

Hunsrücken, bedeutender Absatz von Manganerzen I. 907.

Huraulit II. 2006.

Huronit I. 802.

Hyalith, Basen in ihm I. 829. — Bildung II. 1230, 1239, 1242. — In Drusenräumen und Klüften u. s. w. II. 1277. — Auf Opal, Quarzfels und Serpentin II. 1242. — Wassergehalt II. 1230.

Hyalosiderit II. 676, 678. — Kali in ihm II. 688.

Hydrargyllit, Vorkommen II. 2165; siehe Thonerdehydrat.

Hydrocerit II. 2004.

Hydrophan II. 1225, 1229.

Hydrophit I. 777, 814; II. 1986.

Hyperit II. 611, 613, 616. — Als Contakt mit Kalkstein II. 614. — H. oder Gabbro II. 611—616. Als Gang (?) II. 614. — Koh-

lensaurer Kalk in ihm als Zersetzungsprodukt II. 615–616.
Hypersthen, und Bronzit II. 602—616. — Gemengtheil, wesentlicher, des Hyperith II. 611. — Mit Hornblende verwachsen II. 538. — Steht der Hornblende näher als dem Augit II. 538, 545, 613. — Löslichkeit II. 978. — Magneteisen ein Zersetzungsprodukt desselben II. 574—575. — Magnetische Eigenschaft II. 636 — Reiht sich den thonerdehaltigen Augiten an II. 612. — Vorkommen II. 612. — Zusammensetzung II. 612.
Hypothesen, Kriterion, guter geologischer, II. 413. — H. welche geologische Erscheinungen aus bestehenden Verhältnissen erklären, sind allen andern vorzuziehen II. 42.

I.

Jamesonit II. 1939.
Jaspis häufig in augitischen Labradorgesteinen II. 623. — Im Augitporphyr II. 623. — Basen in ihm I. 829. — Auf Gängen II. 1276. — Im Melaphyr in kleinen Adern II 621 ff. — Polythalamien in ihm II. 1253. — Umwandlungsprocefs nach Augit II. 622, nach Hornblende II. 868 ff. — Neben verkieseltem Holze II. 1242. — Zusammensetzung II. 624.
Jaspis, grüner, indischer, mikroskopische Organismen in ihm II. 1252.
Idokras siehe Vesuvian II. 502.
Idrialin II. 1803.
Jeffersonit, Zinkoxyd in ihm II. 1884.
Ilez, Steinsalzlager II. 1731.
Ilmenit II, 1956.
Incrustationen vorweltlicher Pflanzen durch Kieselsäure, kohlensauren Kalk und durch suspendirte Substanzen II. 1843.
Indersk'scher Salzsee, und ein in ihn sich ergiefsender Salzbach, Analysen II. 1942.
Infusorien, allgemein verbreitet I. 975 ff. — Assimiliren Eisenoxyd I. 983. — Bilden sich aus der im Meerwasser aufgelösten Kieselsäure I. 976. — Bildung in der Nähe erloschener Krater II. 1252. — Werden nicht infiltrirt II. 1254. — Meerwasser wird von ihnen in grofsen Quantitäten aufgenommen I. 978. — Die oceanischen I. sind überwiegend kieselschalige I. 975. — Ihre Panzer enthalten keine Magnesia I. 982. — In Rissen und Spalten des Gebirgsgesteins II. 1254. — Schalen von ihnen in Tuffen II. 1251. — Vorkommen in kieseligen Bildungen II. 1252 ff.
Infusorien, kieselschalige, aus dem Infusorien-Lager der Lüneburger Heide bestehen aus reiner Kieselsäure I. 982. — In süfsen Gewässern bilden mächtige Lager I. 977.
Infusorien, polygastrische, ihre aufserordentliche Vermehrung I. 980.
Infusorienlager, Umbildung in feste Gesteine II. 1250, 1257.
Infusorienschalen in Tuffen II. 1251.
Jod wahrscheinlich in Gesteinen I. 475. — Im Jurakalk II. 1683, — In Organismen I. 476.
Jodmetalle II. 2015 ff.
Jodnatrium in Mineralquellen I. 477.
Jodquecksilber II. 2020. — Vorkommen I. 475.
Jodsilber, Bildung II. 2020. — Auf Gängen I. 475. — Vorkommen II. 2020. — Zersetzung durch Schwefelmetalle nur in geringem Mafse II. 2020.
Jodüre I. 457—477. — In Gesteinen I. 475. — Im Mineralwasser I. 476 ff. — In Quellen I. 476—477.
Jolith, wasserhaltiger, Umwandlung nach Cordierit I. 845; II. 263.
Jordan, der Hauptflufs des Todten Meer, Analyse II. 1720 ff. — Weicht in seiner Zusammensetzung von allen anderen Flüssen ab II. 1721.

Jordan, bei Lippspringe, dessen Quellen I. 15.
Iridium, gediegenes, Bildung II. 2061. — Als Oxyd mit Eisenoxydul und Chromoxyd im Irit II. 2061. — Vorkommen II. 2057, wahrscheinlich im Silber II. 2060.
Irit siehe Iridium.
Irtysch, an ihm ist der Boden häufig salzhaltig II. 1731.
Iserin II. 1956.
Island, Ursprung der Kieselsäure in den Quellen daselbst I. 763.
Isomorphie, polymere, II. 253 ff., Wasser soll Magnesia ersetzen II. 253 ff., dagegen II. 254 ff. u. 272 ff.
Istrup, Kohlensäure-Entwicklung I. 296, 297.
Itacolumit II. 1272—1273. — Diamanten in ihm II. 85. — Ein auf nassem Wege verändertes II. 89—90 und kein plutonisch-metamorphosirtes Gestein II. 88.
Jütland, Absätze II. 1601.
Jura-Formation, warum an manchen Stellen Kalklager, an andern Thon- und Mergellager vorherrschen II. 1621.
Juragebirge ein Werk der Korallenthiere I. 955, 960, 961, 974, dagegen I. 962.

K.

Kacholong in Drusenräumen II. 1277.
Kadmium, Vorkommen in Steinkohlen II. 1901.
Kärlich, Mineralquelle, deren Analyse I. 360.
Kaiserquelle zu Aachen setzt Schwefel ab II. 140.
Kakoxen II. 2006.
Kalait I. 705.
Kali, im Granit I. 841. — Wird in hoher Temperatur duch Kalk aus Mineralien verdrängt II. 1424. — Mit Manganoxyd in chemischer Verbindung I. 434. — Im Meere in geringer Menge I. 841. — In Meerespflanzen I. 862. — K. und Natroncarbonat I. 402. — K.- und Natrongehalt in Pflanzen I. 861. — In Quellen, dessen Ursprung I. 403—409. — Umwandlung der Mineralien in Glimmer durch Aufnahme von K. I. 844, 847.
Kali, phosphorsaures, in Pflanzen I. 748.
Kali, salpetersaures, Vorkommen I. 841.
Kalicarbonat und Silicat zersetzen die Erdsalze im Meere I. 843. — Zersetzung des Flufsspath durch dasselbe I. 496—498, Z. des Kalksilicat II. 420—421 u. 809.
Kaliglimmer, nach Magnesiaglimmer II. 1449.
Kalihaltige Mineralien von sekundärer Bildung I. 851.
Kalilauge, Auflöslichkeit der Chalcedone in ihr II. 1244, der Opale II. 1231—1232.
Kalisalze in Mineralquellen I. 402 ff. — K.- und Natronsalze, Beziehungen zwischen ihnen in Betreff ihres Vorkommens II. 718 ff. — Vorkommen I. 854.
Kalisilicate und Carbonate zersetzen die Erdsalze im Meere I. 843. — K. und Chlornatrium zersetzen sich II. 985. — In Grasarten I. 772 ff. — Natronsilicate werden leichter als sie zersetzt I. 443 u. 450. — Zersetzen Kalkbicarbonat II. 809.
Kalium — Aluminiumfluorür I. 499.
Kalk, Absätze, kohlensaure, ähnlich dem Gyps II. 174—175. — Abscheidung ohne organische Thätigkeit II. 1140. — In Augiten wird als Carbonat fortgeführt II. 832. — Ausgelaugter K., wohin er gekommen ist II. 1181. — Fluorhaltige Mineralien in ihm I. 516—518 u. 520. — Jura-K.-Höhlen II. 1171. — Kali in hoher Temperatur durch ihn aus Mineralien verdrängt II. 1424 ff. — Labrador liefert ihn I. 380. — Den Mineralquellen vom Basalt geliefert I. 381 u. 384. — Uebergangskalk, Analysen, II.

1083, 1085, 1655 ff., Thonschiefer in ihm II. 1072. — Umwandlungsprocefs in Dolomit II. 1121, in Galmei II. 1191. — Wird nur bei zwei Umwandlungen aufgenommen I. 790. — Verminderung desselben bei Zersetzung der Melaphyre II. 647. — Wohin er gekommen II. 808.

Kalk, borsaurer, Zersetzung durch kieselsaures Natron II. 947.

Kalk, körniger, II. 1010—1058. — Ein Absatz aus Gewässern II. 1035. — Abscheidung, krystallinisch-körnige aus Gewässern um so mehr, je weniger diese gleichzeitig Eisenoxydhydrat absetzen II. 1048, Magnesia hat keinen Einfluss II. 1015, 1049. — Bei Auerbach II. 1018—1019, Ursprung daselbst II. 1036—1037. — Auftreten desselben II. 1032. — Bildung II. 1053, der im k. K. vorkommenden Mineralien II. 775. — Bildung aus dichtem Kalkstein an der Granitgrenze II. 1014, Widersprüche II. 1016 ff. — In Dornsteinen II. 1046. — In mächtigen Gängen im Gneifs II. 1018 ff. — Grammatit in ihm II. 860. — K. und Granit, Verhalten, II. 1021. — Warum sich in ihm so viele Kalksilicate-haltende Mineralien finden I. 784, 785, 787; II. 405, 785, und wie sich mit denselben gleichzeitig Eisenoxydulsilicate abscheiden können II. 786. — K. und Kalkspath, Unterschied II. 1032 ff. — Lager von körnigem Kalk in versteinerungsleeren Schichten lieferten vor der Bildung des Uebergangsgebirges allein den Flüssen kohlensauren Kalk II. 1624. — Warum sich Mineralien, die im körnigen Kalk vorkommen, nicht in sedimentären Kalksteinen gebildet haben II. 787. — Magneteisen in ihm II. 586. — In Massa Carara II. 1021. — Ist nur ein metamorphisches Gestein II. 1010. — Mineralien in demselben II. 1034, deren Ursprung II. 775, 1035 ff. — Organische Formen, deren Verschwinden II. 1021, 1022, Erklärung II. 1022, 1023. — Nach den Plutonisten soll er ein durch Hitze veränderter Kalkstein sein I. 516, dagegen I. 521; II. 286, 404, siehe ferner II. 1019—1020, 1425. — Keine primitive Bildung II. 53. — Theils unrein II. 1033, theils sehr rein II. 1157. — Ein Versteinerungsmittel II. 1023-1024. — Versteinerungen in ihm II. 1001, 1018, 1023, 1144. — Versuche Hall's und Anderer II. 1038. — Vorkommen in drusenartigen Stellen in Kalkabsätzen auf Dornreifsern II. 1046, nicht auf allen II. 1046 ff.

Kalk, kohlensaurer, (siehe Kalkcarbonat und Kalkspath). Absatz auf Dornreifsern II. 1045. — Absatz aus heifsen Quellen I. 882 ff., 892; II. 815. — Abscheidung aus dem Meere auf rein chemischem Wege schwierig begreifbar I. 962 ff.; II. 1130, 1134. — Abscheidung aus dem Meere durch organische Thätigkeit erhält ihn weit unter dem Sättigungspunkte II. 1134. — Das Aufsteigen geschmolzenen k. K. ist eine gänzlich unhaltbare Hypothese II. 963, 1067. — Durch Austausch abgesetzt II. 299. — Wie viel Austern ihre Schalen aus dem, dem Meere zugeführten Rheinwasser bauen können II. 1524. — Die Bildung von Eisenkies wird durch ihn gehindert I. 921. — Bildung aus krystallinischen Gesteinen I. 321 u. 323. — Bildung aus kalten Quellen I. 894 ff.; II. 1153 von grofser Bedeutung und noch jetzt fortschreitend I. 895. — Bindemittel von Sandstein-Bildungen im Meere I. 972 ff. — Seine bewunderungswerthe Circulation II. 1139. — Warum sich keine Bitterspathkrystalle in ihm gebildet haben II. 1161. — Bleioxyd, kohlensaures, in ihm II. 2002. — Dolomitisirung durch seine Fortführung II. 1168

— 1169. — Eisenoxydhydrat scheint durch ihn aufgelöst zu werden I. 875 ff., 1327. — Erdfälle bezeugen seine Fortführung II. 1170 — 1172. — Ein Fällungsmittel II. 240 von Carbonaten II. 1208, 1209, auch Sulphaten II. 1209 und des Flufsspath II. 1210. — Als feuerflüssige Masse steigt er nicht auf I. 322. — In den Flüssen beträgt er viel mehr als im Meere I. 969, 973, mehr als alle andern Bestandtheile II. 1523. — Durch seine Fortführung aus Kalkstein-Lagern kommen die sie bedeckenden Schichten aus ihrer Lage II. 1087. — Wird als solcher fortgeführt, nicht zersetzt durch die Atmosphärilien II. 1215. — Fortführung II. 1183, durch Flüsse I. 26. — In Gängen und verzweigt in Adern im Nebengestein II. 174. — In Granaten ein Zersetzungsprodukt II. 479 u. 481. — Hitze, deren Wirkung auf ihn unter hohem Druck II. 962. — Kohlensäure-Exhalationen aus demselben I. 320. — Wie viel Kohlensäure zu seiner Lösung erforderlich ist II. 1126. — Kohlensäure und Wasser sind Träger und Führer der gröfsten Massen k. K. II. 1129. — Mit kohlensaurer Magnesia im Gemisch und im Gemeng, verschiedenes Verhalten zu kohlensauren Wassern II. 1121, 1136. — Eine krystallinische Beschaffenheit hat keinen wesentlichen Einflufs auf seine Löslichkeit II. 1137. — Seine Krystallisation wird durch Eisenoxydhydrat gestört II. 1053. — Als künstlicher Niederschlag geht er in den krystallisirten Zustand über II. 332. — In Lava I. 325. — Löslichkeit I. 378 — 498; II. 1045. — K. K. in Meeresabsätzen wird durch eine Reihe von Zersetzungsprocessen in kieselsauren Kalk umgewandelt II. 2169. — Im Melaphyr II. 620. — Metamorphische Processe in grofser Anzahl von ihm bedingt II. 1209. — In Mineralquellen I. 377, 453. — Der kohlensaure Kalk der Muschelschalen wird durch Eisenoxydhydrat und Eisenglanz verdrängt II. 1152. — Kann sich auf nassem wie auf feuerflüssigem Wege krystallinisch ausbilden II. 1039. — Ortsveränderungen durch Fortführung desselben II. 1086 — 1087. — Aus Salzsoolen setzen sich grofse Quantitäten k. K. ab. II. 1053. — In der Siedhitze des Wassers durch Kieselsäure und durch Quarz theilweise zersetzt II. 789. — In Spalten und Drusenräumen, reich an kohlensaurer Magnesia II. 1161. — In süssen Quellen I. 377, 453. — Umwandlung in Gyps I. 533. — Verdrängung in Versteinerungen II. 1152. — Durch Verdrängungs-Pseudomorphosen nach Kalkspath werden kalkfreie Gewässer kalkhaltig II. 1319. — Verhalten zu andern Carbonaten II. 1206 ff. — Versteinerungsmittel in Baumstämmen II. 1827. — Versuche I. 963. — Wanderungen des k. K. bei Zersetzung augitischer Labradorgesteine II. 809 ff. — Wasserhaltiger k. K. I. 897. — Zersetzungsprodukt von Augit und Hornblende I. 520.

Kalk, kohlensaurer (Bicarbonat) zesetzt kieselsaures Alkali II. 809. — Zersetzung der Sulphate durch ihn II. 1200—1202. — Ein kräftiges Zersetzungsmittel vieler Mineralien II. 809, 1144 ff., 1202, 1318 ff.

Kalk, molybdänsaurer, beim Abdampfen des Lösung merkwürdige concentrische Ringe II. 1980—1981. — Vorkommen im Gelbbleierz II. 1980. — Zersetzt Silber-, Quecksilber-, Kupfer- und Nickelsalze II. 1981.

Kalk, phosphorsaurer, Absatz aus heifsen Quellen I. 891. — Chemisches Verhalten zu andern Salzen I. 708—711. — In den Excrementen I. 751. — Fällung

in der Dammerde durch kohlensaures Ammoniak I. 710. — In fossilen Knochen I. 742. — In den Fucus-Arten I. 741. — In Gewässern I. 740, kann er nicht neben kohlensauren Alkalien bestehen I. 709. — In der Glühhitze wird er durch kieselselsaure Alkalien nicht zersetzt I. 713, auch nicht durch Granit I. 713. — Sein Kreislauf in den drei Naturreichen I. 733 u. 753. — Löslichkeit I. 722, des natürlichen und künstlichen phosphorsauren K. I. 721 ff., 734. — Im Meere I. 745. — In Organismen I. 743. — Wird dem Menschen durch das Brod in geringerer Menge als phosphorsaure Magnesia zugeführt I. 751. — Die Pflanzen nehmen ihn in gröfserer Menge auf als phosphorsaure Magnesia I. 730. — Durch kieselsaure Thonerde, nicht auf nassem Wege zersetzt I. 720. — Vorkommen in der Asche der Seegräser I. 741 u. 743, in fossilen Fischresten I. 742, in Infusorien I. 745, in Kalkkorallen I. 745, in fossilen Landthieren I. 743, in sedimentären Formationen I. 742, 743, 744. — Zersetzung durch Eisenvitriol I. 724, 726, durch Fluornatrium I. 708, in kohlensaurem Wasser gelöst, durch kohlensaure und kieselsaure Alkalien I. 709, 748, durch Kupfervitriol I. 724 u. 726, und durch schwefelsaure und saure, kohlensaure Metalloxyde II. 2005.

Kalk, saurer, kohlensaurer, siehe Kalkbicarbonat.

Kalk, schwefelsaurer, (s. Gyps). In Flüssen, das Vorherrschen des schwefelsauren K. setzt ein Vorherrschen desselben in Gesteinen voraus II. 2129. — In Flufswassern, welche sich unmittelbar in das Meer ergiefsen, beträgt er nach dem kohlensauren Kalk am meisten II. 1524, 1706, in anderen Flüssen II. 1525—1526. — Im Meere bewirkt er die Versteinerung von Baumstämmen II. 1828. — Im Meerwasser, Processe, wodurch er zersetzt wird II. 1556, 2168. — Verhalten zu einer gemeinschaftlichen Lösung von Chlormagnesium und Chlornatrium II. 1743. — Zersetzung durch Thonerdesilicate und Bildung von Kalksilicaten II. 261 ff., ferner durch alkalische Silicate II. 779, 2160.

Kalk, wolframsaurer, künstlicher, siehe Scheelit.

Kalk, zinnsaurer, künstlicher, Löslichkeit II. 2031. — Verhalten zur Kohlensäure II. 2031. — Verhalten zu Schwefelwasserstoff II. 2032.

Kalkbicarbonat, Auflöslichkeit I. 378, Zersetzung durch schwefelsaures Eisenoxydul II. 1201, durch schwefelsaures Kupferoxyd II. 1202, durch schwefelsaures Zinkoxyd II. 1200 und durch Kalisilicat II. 809.

Kalkcarbonat, (siehe kohlensaurer Kalk). Absätze aus kalten Quellen I. 894—896. — Partielle Absätze aus dem Meer I. 972—974. — Absätze durch Verdunstung des Wassers I. 963—965. — Als Absatz durch Korallenthiere I. 952. — Kalkcarbonat und alkalische Silicate zersetzen sich nicht I. 835—836. — Eisenoxydulcarbonat setzt sich später ab als K. II. 814. — In Flüssen I. 377. — Neben Kalksilicat in Quellen I. 346. — K. und Magnesiacarbonat, Folge der Absätze II. 1122—1123. — K. in Quellen Maximum und Minimum I. 376 u. 379. — Verhältnifs zum Natroncarbonat in Mineralquellen I. 375. — Wanderung desselben II 810.

Kalk - Eisenoxydul - Augite II. 518—520.

Kalkgebirge, sedimentäre, ob sie vor dem Erscheinen des organischen Reiches existirt haben I. 42 ff.

Kalkgebirge, zerklüftete, gro-

ſse Wasseransammlungen in ihnen I. 108–110.

Kalkglimmerschiefer, dessen mögliche Bildung aus den Rheinabsätzen im Bodensee II. 1582.

Kalklager, Bleiglanz durch und durch führend II. 2096. — In der Grauwacken-Gruppe, ihre Entstehung II. 52. — Nicht aus Kalkschlamm gebildet II. 1623. — Können von Kieselsäure verdrängt werden II. 1303, dieſs ist oft in Erzgängen der Fall II. 1304. — Ihre Menge nimmt von der Grauwacke bis zur Kreide zu I. 967; II. 521, 1625. — Ihre Reinheit I. 961. — Sind in jeder sedimentären Formation spätere Bildungen als Conglomerate und Sandsteine II. 1620 ff. — Warum auf Sedimenten von mechanischer Bildung I. 960. — Theils thierische, theils vegetabilische Ueberreste enthaltend II. 1621, jene gebildet durch Pflanzen, welche, wie die Chara-Arten, bedeutende Menge von kohlensaurem Kalk abscheiden II. 1621.

Kalkmalachit II. 1209.

Kalkoligoklas ist Andesin II. 921. — Zusammensetzung II. 917 ff.

Kalkoligoklas-Diorite II. 942.

Kalksalze, lösliche, werden von alkalischen Silicaten zersetzt I. 832. — K. und Magnesiasalze im Meerwasser spielen eine aktive Rolle II. 2170, deren Verminderung II. 2170.

Kalkschalen, ihre Erhaltung und Zerstörung im Gestein II. 1141.

Kalksedimente vor dem Erscheinen des organischen Reiches II. 43.

Kalksilicate I. 783–784. — Abscheidung aus Gewässern nur bei Abwesenheit von Kohlensäure II. 785. — Bildung in den Thonmassen auf dem Grunde des Meeres II. 2169. — B. auf nassem Wege II. 775-780, 2165ff. — In Gesteinen I. 347, K. auf dem Grunde des Meeres, werden durch die kohlensaure Magnesia des Meerwassers in Magnesiasilicate zersetzt II. 500. — Im grünen Schiefer II. 993-994. — Neben Kalkcarbonat in Quellen I. 346. — Kohlensäure-Entwicklung eine Folge der Bildg. derselben I. 331. — Löslichkeit I. 788. — K. und Magnesiasilicate, Bildung unter verschiedenen Bedingungen I. 785–786. — Magnesiasilicate mehr verbreitet als K. I. 512. — Dem Meere nur in sehr geringer Menge zugeführt II. 775 ff. — In Quellen I. 348; II. 781. — In süſsen Quellen I. 771. — Nicht in Säuerlingen I. 510, 511. — In Zeolithen, Absätze aus Gewässern II. 775. — Zersetzung durch kohlensaures Kali II. 420–421 u. 809, durch Lösung eines alkalischen Fluorürs in ein alkalisches Silicat und in Fluſsspath I. 505–508, durch kohlensaures Eisenoxydul und Eisenoxydulsilicate gebildet II. 783 ff., durch Magnesiabicarbonat II. 489.

Kalksilicate, einfache, Bildung I. 786. — Löslichkeit I. 788. — Wenig verbreitet I. 776, 783, 785. — Zersetzung durch Säuren bei ihnen leichter als bei den zusammengesetzten K. II. 423. — Zersetzung durch Kohlensäure II. 423.

Kalksinter, aus Arragonit und Kalkspath bestehend II. 1043. — Kohlensaure Magnesia selten in ihnen I. 897. — Auf Rheingeschieben, Analyse II. 1189. — Zusammensetzung I. 897.

Kalkspath, (siehe kohlensaurer Kalk). Letzter Absatz aus Gewässern II. 819–821. — Hat die gröſste Affinität zu Wasser II. 240. — K. und Arragonit, Bedingungen und verschiedene Umstände bei der Bildung II. 1034. 1040. — Bildung in Drusenräumen I. 641, in Spalten I. 633 ff. — Bildg. von Kalk-

spath-Gängen I. 883 ff. — In Drusenräumen von Dolomit II. 1178, von Granit II. 657. — Feldspath in Graniten durch K. vertreten II. 2348. — Durch Feldspath verdrängt II. 313 ff. — In den Formen von K. zwanzig Mineralien II. 239, 1144—1145, ist ein Fällungsmittel dieser Mineralien II. 240, 1144. — In Kalksteinen II. 1196. — K. und körniger Kalk, Unterschied zwischen ihnen II. 1033. — In krystallinischen Gesteinen ist von sekundärer Bildung I, 933. — In der Lava des Vesuv II. 1039. — Periklin existirte erst später als K. II. 2348-2349. — Mit gediegenem Silber II. 2063-2064. — Silicate nicht in ihm II. 1033 ff., — Umwandlungsprocesse I. 932—933; II. 239, 1144: in Adular II. 2347, nach Arragonit II. 1040—1041, in Bitterspath II. 1116—1119, 1147 u. 1149, 1501, in Brauneisenstein II. 1328—1333, in Carbonate II. 1207, in Chalcedon II. 1299—1304, in Eisenglimmer II. 169, — in Eisenkies I. 932—933; 1328—1333, in Eisenkiesel II. 1299—1304, in Eisenoxyd II. 1328 — 1333, in Eisenoxydul, kohlensaures, II. 1328 ff., in Eisenspath II. 824, 1150 u. 1328 — 1333, in Feldstein II. 314—315, in Feuerstein II. 1299—1304, in Flufsspath II. 1210—1212, in Galmey II. 1497, nach Gypsspath II. 240, in Halbopal II. 1299, in Hausmannit II. 1179, 1207 ff., in Hornstein II. 1299 — 1304, in Karneol II. 1299, in Malachit II. 1208, 1999, in Manganit II. 1179, 1207 ff., in Prasem II. 1299—1304, in Pyrolusit II. 1179, 1207 ff., in Quarz II. 1146—1147, 1299—1304, in Speckstein II. 1115, 1149, 1501, in Strahlkies II. 1328—1333, in Zinkoxyd, kieselsaures und kohlensaures, II. 1196 ff. — Häufiges Zusammenvorkommen mit Manganerzen 1370 ff.

Kalkstein, Bildung II. 961, nach Steinsalz II. 1686 ff., Analysen II. 1687. — Contakt desselben mit Granit II. 1014-1015, innige Verknüpfung beider II. 2344 ff. — Die dichtesten K. zeigen eine krystallinisch - körnige Struktur II. 1012. — Dolomit in demselben II. 1196. — Cararischer Marmor aus ihnen entstanden II. 1021. — K. mitten im Granit zeigen keine Spur plutonischer Einwirkungen II. 2346. — K. an Grünstein angrenzend, Causalzusammenhang II. 1012. — Hebung durch Augitporphyre II. 768. — Kieselk. stark mit Kieselsäure imprägnirt II. 1278. — K. aus Korallen- und Conchylien-Resten, Apatit und Chondodrit enthaltend II. 1211. — Magnesia, kohlensaure, in ihnen II. 1160, deren Verminderung neben Grünsteingängen II. 1012, dagegen Vermehrung neben Basalt II. 1155 ff — Muschel-K. enthält viel Kieselsäure II. 1114. — Muschel-K., denen sehr veränderliche Mengen Dolomit beigemengt sind II. 1162. — Rauhk., Analysen II. 1176. — Süsswasser-K., kohlensaure Magnesia in ihm II. 1161. — K. in Tyrol enthalten fast durchgängig Magnesia II. 1186. — Uebergang des Schalstein in K. II. 1061. — Uebergangsk. Analyse, gehen in eine thonige Masse über II. 1175. — Umwandlungsprocesse I. 519 und II. 1182: in Chondodrit I. 515, in Dolomit II. 279, 1120, neben einem goldführenden Quarzgange II. 1158, in Flufsspath I. 515; II. 124, in Glimmer I. 515. — Werden verdrängt und Feldspath, Quarz und Glimmer treten an ihre Stelle II. 2349. — Ein Zersetzungsprodukt des Diorit II. 963.

Kalkstein, blauer, unter den Auswürflingen des Vesuv II. 1031, 1032.

Kalkstein, körniger, Analysen II. 999. — Bildung aus Kalk-

silicat-haltenden Mineralien, gegen seine eruptive Bildung II. 1001, 1010 ff. — Flysch auf ihm II 350 ff. — Ein Gemenge mit Glimmerschiefer (Kalkglimmerschiefer) II. 9:9. — Beim Glühen giebt er Kohlenoxydgas II. 54, 64, 1019. — Graphit in ihm II. 1001. — Magnetkies in ihm II. 64. — Organische Substanzen als färbende Principien in ihm II. 54. — Keine plutonische Bildung II. 962.

Kalksteine, sedimentäre, die Mächtigkeit ihrer Bildung ist auf das Verhältnifs gegründet, dafs die Seethiere den kohlensauren Kalk in Gefäfsen abscheiden II. 1139. — Urkalklager können Absätze ohne organische Thätigkeit sein II. 1140.

Kalkvolborthit II. 1986. — Ist ein Zersetzungsprodukt des Mangankupfererz II. 1986.

Kaolin I. 796. — Alkalien bei seiner Bildung aus Feldspath fortgeführt I. 407. — Die Analysen des Feldspath zeigen um so mehr Kieselsäure, je mehr noch Alkalien gegenwärtig sind II. 2295. — Bestimmung seiner Menge und des Kieselsäure-Verlustes aus dem Wassergehalte II. 914, 920. — Bildung im Feldspath steht in geradem Verhältnisse mit der Wasseraufnahme II. 913. — K.-Bildung ein ihr entgegengesetzter Procefs II. 1438. — Häufig eisenfrei I. 411. — Kohlensaures Kali manchmal in ihm I. 412. — Umwandlungsprocesse: nach Albit II. 355, nach Beryll stimmen sehr nahe mit K. nach Feldspath I. 764; II. 2295, ebenso die von K. nach Topas, nach Labrador II. 617, nach Leucit II. 2294, nach Porzellanspath I. 819. — Vorkommen I. 797; II. 820, der Thonerdesilicate (Kaolin) in Feldsteinporphyren II. 2334. — Zersetzung des Feldspath in denselben I. 816. — Zusammensetzung, normale, I. 816, enthält manchmal Alkalien I. 816.

Karneol, Basen in ihm I. 828, 829. — In Drusenräumen II. 1277. — Glühverlust II. 1226. — Umwandlung nach Kalkspath II. 1299—1304.

Karpholith I. 485. — Ist veränderter Wolframit und geht in Steinmark über II. 1965, wobei sich Eisen und Mangan ausscheiden II. 1966.

Karphosiderit II. 2006.

Kashum Usdum, Steinsalz am Todten Meere II. 1721.

Katabothra I. 67.

Katapleiit im Syenit II. 886, 887.

Kaukasus, Mineralquellen enthalten Kali I. 405.

Kegel, steile, konnten sich nicht aus feuerflüssigen Massen bilden II. 1097.

Kerolith steht dem Serpentin nahe II. 1493.

Keupersandstein enthält Natron I. 449.

Kibdelophan II. 1956.

Kieselfluorcalcium weder in Gewässern noch im Mineralreiche I. 495, 509.

Kieselfluornatrium in Sprudelsteinen I. 494. — Zersetzung durch kohlensaures Natron I. 483.

Kieselguhr, aus Schalen der Panzer-Infusorien bestehend I. 977.

Kieselige Bildungen, (siehe auch Quarz und Kieselsäure), Alkalien in ihnen II. 1224. — Basen in ihnen I. 828. — Bergkrystall und Opal sind die Endpunkte kieseliger Bildungen II. 1225. — Gewicht, specifisches, II. 1228. — Glühverlust II. 1226—1227. — Wasserfreie kiesel. Bildg. II. 1228. — Wie sie durch Wirkung organischer Substanzen erfolgen II. 1225, 1249 ff. — Verhalten zu Flufssäure II. 1232. — Verkieselung von Pflanzensubstanzen II. 1241 ff., 1248.

Kieselinfusorien I. 976-977.

— Das Material für den Feuerstein II. 1248.
Kieselkalkstein, wie die Bildung von Chalcedon und Hornstein zu denken ist II. 1145.
Kieselkupfer, Bildung II. 1885, 1925. — Umwandlungsprocefs nach kohlensaurem Bleioxyd II. 1885, 1889, 2001, nach Kupferglanz und Kupferkies II. 1924, nach Libethenit II. 1885, 1889, 2009. — Vorkommen II. 1884. — Zersetzung durch Kohlensäure II. 1887 und durch Schwefelwasserstoff II. 1896.
Kieselmangan I. 813.
Kieselmagnesit geht durch Verwitterung in die lösliche Modifikation über I. 759.
Kieselsäure I. 758 ff. — Absätze von ihr aus Brunnenwasser durch theilweise Verdunstung I. 964, 981, K. aus heifsen Quellen I. 762, 877—879, aus kalten Quellen I. 877—881, durch organische Thätigkeit I. 975. — Absätze der Kieselsäure und des kohlensauren Kalk, im Meere, Unterschiede zwischen ihnen II. 1256. — Als Absatz aus einem Mineralwasser, mit Eisenkies I. 918. — Absätze, verschiedene, aus denselben Gewässern, Erklärung II. 1222, 1225. — Abscheidung aus Silicaten durch Salzsäure II. 1221—1225. — Alkalische Carbonate beim Kochen von ihr zersetzt I. 822—823. — Auflösung durch kohlensaure Alkalien befördert II. 1267. — Ausscheidung aus einer Natronsilicat-Lösung II. 1224. — Basen durch Gewässer in gröfserer Menge als K. fortgeführt II. II. 650. — Mit Basen in Dornsteinen II. 1050—1053. — Chalcedon-ähnliche Absätze I. 879. — K. und Eisenoxyd, constantes Verhältnifs zwischen ihnen II. 1240. — In allen Flufswassern II. 1527. — Fortführung derselben II. 807. — Scheidet sich theils gallertartig, theils körnig aus I. 759. — In Gewässern I. 761, rührt in solchen nicht vom Quarz her I. 827, als Silicat in Gewässern I. 509—513 u. 826—827. — Kann in heifsen Quellen im kohlensauren Natron aufgelöst sein I. 770. — K. in der Hitze treibt alle flüchtige Säure aus I. 760. — Wird nicht aus dem Innern der Erde sublimirt I. 761. — In Islands heifsen Quellen I. 761, Ursprung I. 763. — K. und Kalkerde, wohin sie gekommen II. 808. — Ganze Kalklager können von ihr verdrängt werden II. 1303 ff. — Löslichkeit I. 875. — Im Meere ist wahrscheinlich an Magnesia gebunden I. 843. — Mineralkörper, eine grofse Zahl derselben kann durch K. verdrängt werden II. 1288, 1295. — In verschiedenen Modifikationen in wässriger Lösung II. 1222, 1302, 1303. — In Muscheln setzt sich K. gerne da ab, wo Gallerte verschwand II. 1143. — Resultate I. 867 ff. — Die Silicificate zerfallen in zwei Abtheilungen II. 1249—1250. — Verbindung mit organischen Substanzen II. 1256. — Verflüchtigt sich mit Wasserdämpfen I. 759—760. — Ein Versteinerungsmittel II. 1249, von Baumstämmen II. 1827, 1830. — Wanderung der Kieselsäure in Gesteinen II 1295 ff. — Durch Verwitterung des Feuerstein geht die K. aus der unlöslichen Modifikation in die lösliche über II. 1267. — Aus wasserfreien kieseligen Bildungen entstehen wasserhaltige II. 1266. — Bei Zersetzung des Feldspath scheidet sie sich meist aus II. 302.
Kieselsäure, amorphe, Umwandlung in krystallisirte II. 1235.
Kieselsäure, pulverförmige oder schleimige II. 1222.
Kieselsäure, überschüssige, in Granaten II. 478.
Kieselsäurehydrat nicht in bestimmten Mischungsverhält-

nissen I. 760. — Pseudomorphose nach Augit II. 556.

Kieselschiefer, mit Albit verwachsen II. 1652. — Carbonate enthaltend, Analysen II. 1653. — Kalait in ihnen II. 1276. — Aus Thonschiefer hervorgegangen II. 1276. — Umwandlung nach Schieferthon II. 753. — Wavellit in ihnen II. 1276.

Kieselsinter, Absätze I. 761. — In Drusenräumen von der Auslaugung von Zeolithen herrührend II. 1320 ff.

Kieseltuff I. 877.

Kieselwismuth II. 1892.

Kieselzink, (siehe auch kieselsaures Zinkoxyd). Im Augit (Jeffersonit) und andern Mineralien II. 1884. — Bleiglanz von ihm umhüllt II. 1880. — Aus kohlensaurem Zinkoxyd, spätere durch Wirkung kohlensaurer Gewässer auf dichten Galmei entstandene Bildung II. 1204, (siehe auch Galmei). Umwandlungsprocefs nach Bleiglanz II. 1931, nach Pyromorphit II. 1881, 2010, in Quarz II. 1305, in Willamit II. 1884.

Kilbrikenit II. 1940.

Killinit scheint aus Wernerit entstanden zu sein II. 418.

Kistiar, viele Salzseen II. 1730.

Klein-Saros (in Siebenbürgen) Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1748.

Klosterbrunnen, Analyse I. 357.

Knistersalz (siehe Steinsalz). Kohlenwasserstoff-Exhalationen in ihm II. 1672, 1677, 1751, Analysen II. 1751—1752.

Knochen, Anhäufungen derselben I. 736. — Ihre Auflösung durch Kohlensäure I. 733. — In Höhlen erhalten sie sich sehr lange I. 737. — Löslicher als der Apatit I. 723. — Umwandlung in Apatit I. 754. — Widerstehen lange der Zerstörung I. 734.

Knochen, fossile, Fluor in gröfserer Menge in ihnen als in frischen I. 708. — Fluorcalcium in ihnen I. 493, dessen Bildung II. 1210. — Phosphorsaurer Kalk in ihnen I. 743.

Knollenstein I. 933. — Vollkommen zersetzte Feldspathe aus ihnen, Analysen II. 2330. — Zersetzungsprodukt der Feldsteinporphyre II. 2329.

Kobalt, im Brauneisenstein II. 1901. — Im Psilomelan II. 1901. — In Quellen II. 2080 ff.

Kobalt, Speifs-K., Analysen II. 1952. — Nickel fast immer in ihm II. 1952. — Umwandlung durch Oxydation sehr häufig in arseniksaures Kobaltoxyd II. 1952, das erste Oxydations-Produkt scheint Kobaltbeschlag zu sein, woraus sich erst später durch Auslaugung der arsenigen Säure Kobaltblüthe bilden mag II. 1954. — Zersetzungsprodukte der an feuchten Orten aufbewahrten Sp. II. 1954. — Zersetzt eine gewisse Menge Brom- und Chlorsilber II. 2019.

Kobaltblüthe, arseniksaures Kobaltoxyd II. 1989. — Mit Kalk II. 1988. — Nickel gar nicht, oder nur in Spuren in ihm II. 1953. — Umwandlungsprocefs nach Speifskobalt II. 1952.

Kobalterze, Zersetzbarkeit s. Nickelerze II. 1959.

Kobaltglanz, Vorkommen und Zusammensetzung II. 1943 ff.

Kobaltkies II. 1931 ff.

Kobaltoxyd, kieselsaures, nicht bekannt II. 1892.

Kobaltoxydul, kohlensaures, kommt nicht vor, künstliche Löslichkeit II. 2003. — Vom Wasser suspendirt, wird von Schwefelwasserstoff zersetzt II. 2123.

Kobaltvitriol II. 2015.

Kochsalz (siehe auch Chlornatrium und Steinsalz). Abscheidung aus dem Meere siehe Steinsalz. Aus Chlorcalcium und Chlormagnesium gebildet I. 565. — Als Düngungsmittel I. 865. — Aus dem Elton-See, Analyse II. 1679, 1744. — Mit feuchtem Kalksteine giebt Efflorescenzen

von kohlensaurem Natron I. 864. — Wird durch Glühen mit Feldsteinporphyr oder Granit theilweise in Chlorcalcium umgewandelt I. 569, 591. — Im Meere entsteht zum Theil durch Zersetzungsprocesse I. 852, 854. — In Mineralien I. 474. — K., welches dem M. durch die Flüsse zugeführt wird, kann kein Aequivalent für die Steinsalzlager sein II. 1566. — In Mineralien I. 474.

Königswart, Mineralquellen enthalten sehr wenig Kali I. 405.

Könlit II. 1803.

Körper, elementare, kommen selten vor II. 10. — Zusammengesetzte K. existirten früher als einfache II. 6.

Kösen, Soolquellen nehmen bei Wältigung ab I. 218.

Kohle (siehe Kohlenstoff). Im Kalk II. 968. — Im Meteorsteine von Alais II. 75-76. — In dem Meteorsteine ist secundär II. 77—79. — Eine der unzerstörbarsten Substanzen II. 1807.

Kohlenbrände II. 122. — Keine krystallinischen Umwandlungen von ihnen bewirkt II. 354. — Ihre Wirkung auf das Gestein II. 352—353.

Kohlengebirge der Nahe und Saar, Tropfsteine in ihm II. 769—771.

Kohlenkalkstein, Spirifer Mosquensis enthaltend II. 778.

Kohlenoxydgas nicht in den Exhalationen brennbaren Gases II. 1754.

Kohlensäuerlinge, (s. Säuerlinge). Kein Kalksilicat in ihnen, vielleicht aber Magnesiasilicat I. 769. — Kieselsäure ist in ihnen wahrscheinlich als alkalisches Silicat (Natronsilicat) enthalten I. 509 u. 510. — Vorkommen I. 244. — Zeolithe, d. h. Mineralien, welche kalksilicate enthalten, können nicht von ihnen gebildet werden I. 510.

Kohlensäure, ihre Absorption durch Gewässer I. 265—266, in der Tiefe I. 287—288 u. 291—292. — Alkalische Silicate durch sie zerlegt I. 824. — Wird der Atmosphäre zugeführt II. 31. — Auflösung der Knochen durch dieselbe I. 733. — Bildung I. 944, durch Fäulnifsprocesse I. 339—345. — Auf Carbonate wirkt die K. auflösend I. 279. — Aus zersetzten Carbonaten I. 349. — Entweichung in Blasen I. 268—270, aus Gewässern I. 267. — Feldspath, dessen Zersetzung vorzüglich durch K. bewirkt I. 821. — In Gewässern wirkt sie selbst noch in geringsten Mengen II. 2032. — In horizontalen Kanälen I. 370. — Im Kalk- und Magnesiacarbonat, Bestimmung II. 1126. — K., freie, und kohlensaure Erden im Meer I. 967; II. 1130. — In Mineralwassern reichen sehr geringe Mengen zur Lösung kohlensaurer Kalkerde bis zur Sättigung hin II. 1128, kann Berge versetzen II. 1129. — Mineralwasser, K.-Gehalt I. 258, 280. — Kohlensäuregas und Sauerstoff variiren wenig in der Atmosphäre II. 27. — Sauerstoffgas und Stickstoffgas begleiten sie I. 308—309. — Quellen des Kohlensäuregas I. 281. — Silicate, die geringe Menge K. in destilirtem Wasser und in Meteorwassern reicht zu deren Zersetzung hin I. 765; II. 1889, 1892, 2154. — K. und Stickgas mit Schwefelwasserstoff I. 662—663. — Thonerdesilicate nicht durch sie zersetzt II. 1214. — Bei Umwandlungs-Pseudomorphosen wichtig II. 243. — Ursprung in gewöhnlichen Quellen und Brunnen I. 338. — Die Verflüchtigung ist ein Kreislauf I. 966. — Vorkommen II. 26. K.-Wirkung auf die Vegetation I. 246. — Im Wollastonit II. 422. — Ein Hauptzersetzungsmittel vor allen andern Säuren I. 230. — Zersetzung durch Pflan-

zen II. 29 ff., 98 ff. — Im Meere II. 1129, mit derselben, werden die schwefelsauren Salze im Meere durch organische Substanzen zersetzt II. 1569.

Kohlensäure, atmosphärische, II. 46. — Liefert den Pflanzen den Kohlenstoff II. 100.

Kohlensäure, liquide, in geschlossenen Höhlenräumen I. 332—336.

Kohlensäure - Exhalationen I 243—352, (siehe Exhalationen). Ein allgemeines Phänomen I. 319. — Aus artesischen Brunnen I. 66. — Atmosphärische Luft enthalten sie meistens sehr wenig I. 304—306. — Bildung nicht durch Fäulnifs-Processe I. 317. — Aus dem bunten Sandstein I. 297. — K. und Braunkohlen stehen in keiner Beziehung I. 313—316. — Durchbrüche nicht von ihnen veranlafst I. 299—300. — Entstehung mancher Kohlens.-Exh. II. 1804. — In Erhebungsthälern I. 295—296. — Aus dem Innern I. 350—352. — Durch Kalksilicat-Bildung I. 331. — Aus dem kohlensauren Kalk I. 320. — In den Umgebungen des Laacher-See I. 246—248. — Aus der Lava unter 80° R. I. 529—530. — Messung I. 274-278 u. 282-283. — Aus Mineralquellen I. 243, welche tiefer liegen I. 289—290. — Pressung I. 251—252 u. 261. — Reinheit I. 303 in Geschmack und Geruch. I. 310. — Stagnation derselben in Vertiefungen I. 264. — Unter allen sedimentären Formationen ihr Heerd I. 298. — In jeder sedimentären Periode I. 301. — Aus dem Uebergangsgebirge I. 299, 300, 302—318. — Ursprung I. 311; II. 45, 51, U. in tiefen Bohrlöchern II. 791—792, Veränderlichkeit in denselben I. 253—257, 259 u. 262. — Die Vegetation kann dieselben nicht verbrauchen I. 324. — Verbreitung, schnelle, in der Luft I. 263. — Verwendung der K. ist doppelt II. 39, 42. — Vorkommen I. 244—245 u. 249—250. — An der Weser zahlreich I. 286.

Kohlensandstein, die Hauptniederlage der thierischen Ueberreste II. 1613.

Kohlenstoff II. 59-104. (siehe Kohle). Bildung aus Kohlenwasserstoffgas II. 65. — Auf und in der Erde II. 32—33. — Kein primärer Bestandtheil krystallinischer Gesteine II. 27. — Einen kosmischen K. giebt es nicht II. 79. — In Meteormassen II. 72 ff. — K. des organischen Reiches stammt aus den Kohlensäure-Exhalationen II. 40. — Der Sauerstoff wird durch ihn aus dem Mineralreiche in die Atmosphäre geführt II. 56. — War in der Schöpfungsperiode nicht vorhanden II. 95. — Die Schwefelwasserstoff-Exhalationen durch ihn bedingt II. 180. — In der Steinkohlenformation tritt er in ungeheurer Menge auf II. 98. — Ursprung II. 26, 96 ff. — Vorkommen II. 59 ff. — Zersetzter Kohlenstoff, seine Quelle II. 103.

Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1748 ff. — Aus artesischen Brunnen I. 65. — Aus bituminösen Lagern II. 1749. — Ob auch aus Braunkohlengruben ist nicht bestimmt II. 1749, 1778. — Auf der Halbinsel Abscheron, kommen nur aus mäfsigen Tiefen II. 1748. — Im Knistersalz II. 1672, 1677, 1751, Analysen II. 1751—1752. — Kohlenoxydgas nicht in den Exhalationen brennbaren Gases II. 1754. — Oelerzeugendes Gas ein Bestandtheil II. 1753. — In den letzten Perioden des Steinkohlen-Bildungs-Processes scheinen sie vorzuwalten II. 1769. — Aus Quellen II. 1749. — Auf dem Schagdag und an vielen anderen Stellen II. 1748 ff. — Aus Steinkohlen um so mehr, je mehr Wasser vorhan-

den II. 1777 ff. — In Steinkohlengruben II. 91, 1748—1749. — Im Steinsalzgebirge II. 1749. — Dem Sumpfgas ähnlich II. 1754. — Ein Zersetzungsprodukt organischer Substanzen II. 1754.
Kokkolith (siehe Augit) Löslichkeit II. 978.
Kollyrit I. 801.
Komptonit, Umwandlungsprocefs in Brauneisenstein II. 1340.
Kopaischer See (s. See, Kopaischer) I. 68.
Kopeolithen, Analysen II. 1758. Vorkommen II. 1757.
Korallen, Eisenoxyd in ihnen II. 1151. — Kieselnadeln (?) in ihnen II. 1252 ff. — Kohlensaure Magnesia in ihnen II. 1154.
Korallenbänke (siehe Korallenriffe). I. 956—957.
Koralleninseln I. 952. — Senkung derselben I. 958-959. — Wachsen I. 959.
Korallenkalk, Absatz durch Korallenthiere I. 952 u. 954. — Viel kohlensaure Magnesia in ihm II. 1155. — Umwandlung in Kalkspath-Individuen II. 1012.
Korallenkalkstein geht nach und nach in ein Aggregat von Kalkspath-Individuen über II. 1012.
Korallenriffe (siehe Korallenbänke) I. 956—957. — Fluorcalcium in ihnen II. 1211.
Korallenthiere bauen in klarem Wasser I. 954, 960 nicht über dem Meere I. 957 und nicht in grofser Tiefe I. 955, 958. — Gedeihen am besten im offenen Meere I. 959. — Das Juragebirge ist ein Werk derselben I. 961. — Scheiden bedeutende Mengen Kalk aus dem Meere ab I. 972, auch Fluorcalcium und phosphorsauren Kalk I. 977.
Korund, Bildung II. 2166, 2167. — Im Gneifs und Granit II. 2166. — Glimmer auf zersetzten Krystallflächen des Korund II. 1399.
Krater, Basaltströme ohne dieselben II. 736. — Schwefelsäure in denselben I. 650—651. — Zusammenhang basaltischer Ströme mit K. II. 734—735.
Kreide, Bildung aus mikroskopischen Korallenthierchen I. 954, 977. — Enthält Kali I. 450. — Zersetzung durch alkalische Silicate findet nicht statt I. 835 ff.
Kreideformation, von Dänemark, Erdfälle in ihr I. 29.
Kreidelager und Feuerstein II. 1255.
Kreidemergelgebirge im Teutoburger Walde, Höhlen in demselben I. 27—28.
Kreislauf im Mineralreiche II. 1220. — In der unorganischen Natur überhaupt ist zweifelhaft II. 13, dagegen II. 2351.
Kreittonit (siehe schwarzer Spinell) II. 1902.
Kreolith I. 777.
Kreuzbrunnen I. 373.
Kreuznach, die Soolquellen enthalten keine schwefelsauren Salze I. 477. — Extrahiren ihren Salzgehalt aus dem Porphyr I. 557.
Krokydolith I. 855.
Kryolith ist Natrium-Aluminiumflorür I. 500. — Umwandlungsprocesse in Pyknit und Topas I. 503.
Kryptolith II. 2011.
Krystalle, Analyse ihrer Bruchstücke von grofsem Interesse II. 516 ff., 525, 857, zeigen oft chemische Veränderungen, ehe sie das mineralogische Auge erkennt II. 857 ff. — Bildung aus amorphen Massen II. 332. — Mit ihrer Bildung ist auch ihre Härte, Sprödigkeit u. s. w. gegeben II. 1285. — Bildungsart, plutonische, grofser K. II. 1058. — Eingeschlossene K. die Grundmasse zersetzt sich leichter als dieselben II. 651. — Entstehen durch Juxtaposition II. 2283, sie schaffen sich Platz II. 2287. — Freistehende K. unterliegen am meisten den pseudomorphen Processen II. 245. — Grofse K. in Spalten und Dru-

senräumen, ein Bild ihrer Entstehung II. 1054. — Kennzeichen ihrer Veränderung II. 1092.
Krystallform, Annahme der eigenen K. bei Umwandlungen II. 276—277. — Erhalten durch einen Ueberzug II. 203—204. — Die K. eines Körpers kann sich ändern, ohne daſs ein flüssiger Zustand eintritt II. 332. — Groſse K. plutonische Bildungsart derselben II. 1058.
Krystallisation, amorpher Niederschläge I. 630 — Wodurch sie befördert wird II. 2285. — Erfolgt sie auf feuerflüssigem Wege, so kann nur das minder strengflüssige Mineral auf dem strengflüssigeren krystallisiren II. 876. — Das Ungleichartige wird durch sie ausgeschieden II. 874 ff.
Krystallwasser, Salze, welche mit und ohne dasselbe krystallisiren I. 538—540. — Von verschiedener Zusammensetzung II. 858.
Kugeldiorit auf Corsica II. 906—907.
Kugelgestein II. 2094.
Kupfer, in Absätzen aus Quellen I. 659 ff., 874; II. 20. — Im Brauneisenstein II. 1769, 2101. — In jedem Eisenerz II. 2079. — In Fucus-Arten II. 1564. — In Gesteinen II. 1900 ff. — Aus Kupfervitriol durch Holz auf nassem Wege reducirt II. 2046, aus Kupferoxydhydrat durch Zuckerlösung II. 2046. — In Ocherlagern II. 1769, 1931, 2082 ff. — Im Phonolith und Psilomelan II. 1769, 1901. — In Quellen I. 874; II. 2079 ff. Im Raseneisenstein II. 20. — In Steinkohlen II. 1769, 1901. — In Stollenwassern II. 1930. — Im Thonschiefer II. 1769, 1901. — Umwandlungsproceſs in Rothkupfererz an der Atmosphäre II. 277, nach Kupfererz II. 2045.
Kupfer, gediegenes, im Analcim II. 1890, 2073. — Kalkspath mit K. erfüllt II. 2073. — Reduktion auf nassem Wege durch das als Ueberzug von Fischresten und einem Holzspan im alten Mann einschlieſsende K. gezeigt II. 2073. — Im Serpentin II. 2073. — Umwandlung nach Arragonit II. 2073, mögliche U. in kohlensaures Kupferoxyd und in Rothkupfererz II. 2046. — Als Vererzungsmittel II. 235. — Vorkommen zum Theil in groſsen Massen II. 461, 702, 2072 ff. — In zersetztem Basalt II. 702.
Kupferantimonglanz II. 1939.
Kupferblau II. 1885.
Kupfererze im Diorit II. 971, 1094. — In Gängen rühren vom Nebengestein her I. 916. — Oxydirte K. mehrfach am Ausgehenden der Gänge, geschwefelte in gröſseren Teufen II. 1926. — Nicht im Schiefer II. 971, 1094.
Kupferformation II. 1874.
Kupferglanz, Umwandlungsprocesse nach Bleiglanz II. 1931, in Buntkupfererz II. 1911 ff., in Kieselkupfer II. 1924, in Kupferkies II. 1911 ff., nach Kupferkies II. 1922 ff., in Kupferschwärze II. 2044. — Ein Vererzungsmittel II. 233, 2129. — Vorkommen II. 1911 ff. — Zusammensetzung II. 1911 ff.
Kupferglimmer II. 1990.
Kupferindig, Umwandlungsproceſs nach Kupferkies II. 1921 ff. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1911.
Kupferkies, Eisenspath von ihm begleitet II. 2131. — Umwandlungsproceſs in Eisenkies II. 1921 ff., ein merkwürdiger Proceſs II. 1923, nach Fahlerz II. 411, in Kieselkupfer II. 1924, nach Kupferglanz II. 1911 ff., 1922 ff., in Kupferindig II. 1921 ff., sind beides merkwürdige Processe II. 1923, in Kupferpecherz und Kupferschwärze II. 1921 ff., in Malachit II. 1921 ff., 1996, nach Nadelerz II. 1920. — Ein Vererzungsmittel II. 233, 2129. — Vorkommen II. 1911, 1913. —

Ist ein Zersetzungprodukt von Fahlerz II. 1914 ff. — Zusammensetzung II. 1911, 1913.
Kupferlasur, Bildung bleibt ein Räthsel II. 1996. — Darstellung, künstliche, ist bis jetzt noch nicht geglückt II. 1995. — Eisenspath manchmal von ihr begleitet II. 2131. — Umwandlungsprocesse: nach kohlensaurem Bleioxyd II. 1999, in Malachit II. 1996, nach Rothkupfererz II. 2046. — Vorkommen II. 1992. — Als ein Zersetzungsprodukt von Fahlerz II. 1998.
Kupferoxyd in den meisten Allophanen II. 1889 ff. — Im Analcim II. 1890. — Im Esmarkit II. 1890. — Im Fayalit II. 1891. — Im Feldspath II. 1891, 2098. — In wasserserhaltigen Silicaten II. 1889.
Kupferoxyd, kieselsaures, künstliches, Löslichkeit in reinem und kohlensaurem Wasser II. 1886–1887. — Sehr ungleiche Löslichkeit in verschiedenen Aggregatzuständen II. 1888. — Durch Schwefelwasserstoff wird künstliches wie natürliches K. zersetzt II. 1895 ff. und ist in Schwefelwasserstoff-Wasser nicht unbedeutend auflöslich II. 1896 ff. — Theilweise Zersetzung durch Kohlensäure II. 1887.
Kupferoxyd, kohlensaures, kommt mit andern Carbonaten in Doppelsalzen vor II. 1999. — In Grubenwassern gelöst II. 235.
Kupferoxyd, phosphorsaures, Bildung und Vorkommen I. 726.
Kupferoxyd, wolframsaures, Vorkommen als solches, nicht aber in Verbindung mit wolframsaurem Kalk II. 972, 1978.
Kupferoxydhydrat, durch eine Zuckerlösung reducirt II. 2046.
Kupferoxydul, Datholit wird durch dasselbe blafsroth gefärbt II. 1890. — Im Prehnit II. 1890.
Kupfermanganerz II. 2047.
Kupferpecherz II. 2044. — Umwandlungsprocesse nach Buntkupfererz II. 1924, nach Fahlerz II. 2044–2045, nach Kupferkies II. 1921, 2044–2045.
Kupfersammterz II. 2013.
Kupferschaum II. 1990.
Kupferschiefer, Vanadin in kleinen Mengen in ihm II. 1985.
Kupferschwärze, Umwandlungsprocefs nach Kupferglanz II. 2044. — Vorkommen II. 2043.
Kupfersilicate werden in ihren Lösungen durch Kohlensäure zersetzt II. 2122, ebenso durch Schwefelwasserstoff, lösen sich aber im Schwefelwasserstoff-Wasser auf, und erst nach längerer Zeit setzen sich Schwefelmetalle ab II. 2123.
Kupfervitriol, Kalk, phosphorsaurer, durch K. zersetzt I. 724 u. 726. — Auf Kalkspath, auf Silberfäden II. 2064. — Reduktion durch Holz auf nassem Wege II. 2046.
Kupfervitriol, eisenfreier, II. 2012.

L.

Laacher-See, die Gruppe der Mineralquellen im Gebiete desselben I. 244, 357–359 u. 361–364. — Kohlensäure-Entwicklungen I. 244, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 261, 282, 291, 293, 299, 302, 305, 312, 317, 318, 319, 327, 351, 352, 355, 367, 369, 373, 374. — Keine Solfataren in den Kratern desselben II. 181. — Ursprung der Blöcke mit Glimmer u. s. w. an seinen Ufern II. 1413 ff. — Laacher-See-Wasser, Analyse desselben I. 359.
Labrador, Analyse von frischem und verwittertem L. II. 1077–1080, 1461. — Ausscheidung der Kieselsäure in ihm durch Salzsäure II. 1221, 1222. — Bildg. auf nassem Wege II. 1082. — Brausen mit Säuren II. 1078. — Im Diorit II. 912. — In Grünsteinen II. 948, 1062, 1063. — Kali

in bedeutenden Mengen in ihm II. 650. — Der Kalkgehalt vermindert sich mit der Zersetzung II. 650. — Kalk und Natron von ihm geliefert I. 380. — Material für Zeolithe I. 615. — In Porphyr-Varietäten II. 1062—1063. — In Schalsteinen II. 1062—1063. — Umwandlungsprocesse: in Analcim ist zu denken II. 580, wohl nie in Magnesiaglimmer II. 1436, 1462, in Pinit II. 1460. — Wassergehalt II. 642, 648—649. — Zersetzungsprocefs, dessen Gang II. 1081—1082, in Kaolin II. 573, 581. — Z. ist mit Kieselsäure-Ausscheidung verknüpft II. 655, 833, dagegen II. 1082. — Z. durch Salzsäure und Schwefelsäure II. 355.

Labrador, wasserhaltiger, ist Mesolith I. 831.

Labradorgesteine, augitische, Absatz ihrer Zersetzungsprodukte II. 834. — Analysen II. 640, vereinfacht II. 637. — Bestimmung ihrer Gemengtheile II. 630—632. — Beweise für ihre Erhebung II. 767. — Bildung, mögliche, auf nassem Wege II. 793. — Eisenerzlagerstätten verdanken ihnen ihren Ursprung II. 835. — Die ersten Glieder die frischesten Augitporphyre, Melaphyre oder Basalte, Uebergang durch Umwandlungsprocesse in zahllosen Varietäten von Grünstein, Mandelstein, Gabbro, Hyperith u. s. w., letzte Glieder gänzlich zersetzte eisensaltige Thonmassen II. 626. — Magneteisen in denselben II. 636. — Manganerzlagerstätten verdanken ihnen ihren Ursprung II. 835. — Umwandlungsprocesse II. 828 ff. — Nephelin und Olivin in denselben II. 635. — Begonnene Zersetzung, Merkmale II. 830 ff.

Labradorkrystalle, nur kleine in mächtigen Massen II. 2279. — Aus Melaphyren II. 643. — Der L. aus einem Porphyr ist wahrscheinlich Oligoklas, wenn nicht Loxoklas II. 841.

Labradorporphyr II. 1063. — Gemengtheile II. 1063. — Verhalten zu Rotheisenstein-Lagern II. 568 ff., 806, 1083.

Lac Glacé d'Oo, Quellen aus ihm I. 30.

Lac Superior, der gröfste Süsswasser-See II. 1534.

Lager erscheinen häufig bei Zersetzung krystallinischer Gesteine II. 173 ff.

Lahn-Gegenden, Verhältnisse in denselben II. 1179—1180.

Lampscheid, Mineralquelle, deren Analyse I. 360. — Enthält Kali I. 408.

Landskron, Mineralwasser Analyse I. 389.

Landwirthschaft, auf sie bezügliche Bemerkungen I. 596 ff.

Lanthanoxyd siehe Ceroxyd und Ceroxydul.

Lasurstein, Schwefelsäure in ihm I. 545.

Latera, Kohlensäure-Entwicklung I. 250.

Laugafall I. 194, 196, 197.

Laumontit, Analyse II. 2171. — Umwandlungsprocefs in Prehnit II. 2159, in Feldspath (Orthoklas) II. 2170.

Lava, ihre langsame Abkühlung II. 734. — L. vom Aetna II. 597, ihre Armuth an Alkalien und die vorwaltende Kalkerde bedingt die Bildung des Labrador II. 2303, Gemengtheile II. 629, Zusammensetzung II. 669, besteht aus Labrador und thonerdehaltigem Augit II. 670, ähnlich den Gesteinen des Val di Bove II. 671 ff. — Arragonit in der L. II. 1040. — Durch die Atmosphärilien zersetzt II. 1373. — Ausfliefsen in Strömen II. 1065. — Bergöl in ihr II. 99. — Einschlüsse in Drusenräumen zeigen, dafs bei ihnen schon Zersetzungsprocesse begonnen haben II. 831. — Erstarrung, Verhalten bei derselben II. 2278. — Glasige L., Saalbänder von ihr II. 759. — Granat in derselben

II. 465. — Grauwacke eingeknetet II. 732 u. 749. — Die Hitze der L. kann nicht Feldspath schmelzen, und bildet mit Quarzkörnchen keine Silicate II. 743. — Höhlungen voll Wasser in ihnen II. 2276. — Kohlensäure-Entwicklung aus ihr unter 80° R. I. 329—330. — Kohlensaurer Kalk in ihr I. 325. — Ihr Labrador wird von Salzsäure gänzlich zersetzt II. 629. — Löslichkeit II. 978. — Magneteisen auf Harmotom in ihr II. 586—587. — Oligoklas in ihr II. 634. — Olivin in ihr II. 678, 680—683. — Präexistenz II. 681 ff. — Schwefligsäuregas aus derselben I. 648. — Schmelzbarkeit II. 739. — Beim Schmelzen dringt sie in Sprünge in Quarz ein II. 739. — In Spalten aufsteigend II. 727, 737. — Thonschiefer eingeknetet II. 732 u. 749. — In welcher Tiefe sie geschmolzen ist II. 729. — Titaneisen aus derselben ausgeschieden II. 597. — Uebergang in Basalt II. 731. — Umwandlung des Leucit in glasigen Felgspath zeigt von Statten gehende Veränderungen II. 2294. — Verhältnifs der Mofetten zu ihr I. 326. — Durch Verwitterung giebt sie einen sehr fruchtbaren Boden II. 98. — Wasser, hydroskopisches, in geringen Mengen in ihnen II. 830. — L. vom Vesuv fordert nach Aussonderung des Leucit eine stärkere Hitze, als die war, mit welcher sie aus dem Krater ausflofs II. 2300, 2343, ihr Reichthum an Alkalien bedingt die Bildung des Leucit II. 2303. — Durch Wasserdämpfe gehoben II. 728. — Ist wasserfrei II. 673. — Ihre ursprüngliche Zusammensetzung bewahrt sie noch II. 673.

Lava, augitische, vom Aetna, die alten wie die neusten L. enthalten durch Säuren zersetzbare Theile II. 2201. — Alkalien, Gehalt in ihnen II. 840. — Eisen in gröfserer Menge in ihnen als in den Melaphyren II. 840. — Eisenhaltige Mineralien herrschen bei ihnen vor II. 841. — Sind wasserfrei II. 673, 2200.

Lava, leucitische, Analysen II. 2295 ff. — Schmelzhitze der der Lava des Vesuv II. 2300. — Sind nicht so strengflüssig, als man von ihrem bedeutenden Leucitgehalt erwarten sollte II. 2299.

Lava, trachytische, von den Campi Flegraei, von Ischia und vom Monte Nuovo, Analysen II. 2195 ff. — Hohes Alter II. 2196. — Gemengtheile II. 2200. — Sind die einzigen Gesteine mit Kieselsäure-Ueberschufs, von denen die feuerflüssige Entstehung erwiesen ist II. 2250. — Auf Island, Analyse II. 2208. — Dem Phonolith ähnlich II. 2200. — Auf Teneriffa II. 2204—2205, Obsidian aus ihr hervorgegangen II. 2205. — Sind in ihrer Zusammensetzung manchen Graniten ähnlich II. 2251, enthalten aber mehr Natron als Kali, während in diesen Kali gegen Natron vorherrschend ist II. 2339, wie hieraus zu erklären ist, dafs sich aus übrigens ähnlichen Massen bald Trachytporphyre, bald Granite bilden können, Schwierigkeiten, welche jedoch entgegen treten II. 2339 ff.

Lava, wasserhaltige, II. 2200—2201.

Lavaströme, Kohlensäure-Entwicklung I. 250.

Lavendulan, Bildung, wahrscheinliche, aus zersetztem Speifskobalt II. 2049.

Lazulith I. 705.

Leadhillit ist eine noch nicht vollendete Umwandlung des Bleivitriol in kohlensaures Bleioxyd II. 2013. — Umwandlungsprocefs in kohlensaures Bleioxyd II. 1317, 2000.

Lehuntit I. 854.

Lenzinit I. 801.

Leonhardit, nach ihm Prehnit II. 945, 946, 2160.
Lepidokrokit, Wassergehalt II. 1349.
Lepidolith, alkalische Fluorüre in demselben I. 445. — Liefert den Quellen Lithion I. 443.
Leptinit siehe Granulit.
Letten II. 2094—2095. — Aufgelöste Substanzen werden ihnen zugeführt II. 2095. — Regeneration des ursprünglichen oder eines ihnen ähnlichen Gesteins II. 2095.
Lettsonit II. 2013.
Leucit II. 2265 ff. — Analysen II. 2287 ff. — Die Augite betragen viel wenige, als die Leucite II. 2272, sie sind in L., wie in andern Gesteinen, früher gebildet worden, als die L. II. 2273, 2275. - Augitkrystalle, in L. eingeschlossene, Widersprüche hinsichtlich derselben II. 2274—2275. — Bildung von L. durch einen grofsen Reichthum an Alkalien und Thonerde in Laven bedingt II. 2279, Bildg. auf nassem Wege II. 2276—2277, 2280, feuerflüssige und wäfsrige Bildung der L. II. 2282. — L. enthalten fast immer einen schwarzen Punkt, manchmal auch einen Augitkrystall II. 2265—2266. — Geschmolzene Massen, Verhalten bei der Erstarrung II. 2278—2279. — Krystallbildung, der Anfang derselben ist sichtbar II. 2269, Krystallisation der L. II. 2283 ff., wie sich ihre Einschlüsse erklären lassen II. 2286, krystallisiren die L. aus flüssiger Lava, so sind sie die ersten, welche erstarren II. 2274, 2278. — In den neueren Laven finden sie sich nicht von gleicher Gröfse und Schönheit als in den alten II. 2267. — Löslichkeit II. 978. — Natron scheint durchgängig in L. vorzukommen II. 2291, 2300. — Präexistenz in der Lava II. 2277, 2281. — L. sind äufserst strengflüssig II. 2273. — Umwandlung in glasigen Feldspath II. 2293, die Abnahme der Alkalien und der Thonerde weiset auf eine solche Veränderung hin II. 2293, U. in Kaolin II. 2294. — L. des Vesuv sollen sich nach v. Buch nicht im Innern desselben, sondern erst durch einen Stoff bilden, der vielleicht in Berührung mit der Luft zugeführt wird II. 2267. — Vorkommen, in Auswürflingen II. 2268, in neueren Laven II. 2267 ff.
Leucitgesteine II. 2265 ff., (siehe auch Laven, leucitische). Analysen II. 2295 ff. — Die Leucitporphyre sind jünger als die Augitlaven II. 2302. — L. bei Rieden, reihen sich den basaltischen Laven und den Phonolithen an II. 2301 ff., enthalten glasigen Feldspath II. 2301. — Sehr selten II. 2279. — Vorkommen II. 2279—2280.
Leuck, warme Quellen I. 128—129.
Leucophan I. 483.
Liebenerit ist eine Pseudomorphose nach Nephelin II. 2258. — Die Zusammensetzung ist der des Gieseckit ähnlich II. 2258—2259.
Libethenit II. 2008—2009. — Umwandlungsprocefs in Kieselkupfer II. 1885, 2009.
Lichenen unter Hyalith II. 1243.
Lievrit I. 805.
Lignit, Analysen II. 1763 ff., Mittel II. 1767. — Wie seine Bildung aus Holz zu denken ist II. 1784, 1786, 1795.
Limans, Landseen an der Besarabischen Küste II. 1718.
Linsenerz II. 1990.
Liparische Inseln, Wasserdampf-Entwicklung I. 293.
Lippe, Kalkgehalt I. 377, 1528. — Quellen I. 16, sehr ergiebig I. 153.
Lippspring, aufsteigende Quellen I. 153. — Quellen des Jordan I. 15.
Lissitchia-Balka-Steinkohlenformation, die Muschelschalen in den obersten

und untersten Lagern sind ausschliefslich marine II. 1819. — nicht aus einer Vegetation auf sinkendem Boden entstanden II. 1819.

Lithion in Basalt I. 439. — Gehalt in Mineralien I. 438. — In Mineralquellen I. 439. — In süfsen Quellen I. 439—440, durch Lepidolith geliefert I. 443. — Vorkommen im Mineralreiche I. 436.

Lithion, kohlensaures, Bildung I. 513, Löslichkeit I. 441.

Lithionglimmer I. 437. — Geglühter, zersetzbar durch Säuren II. 1386.

Lithionhaltige Mineralien I. 436—438.

Lithionsalze, Vorkommen I. 867.

Löfs, wie sein Absatz zu denken ist II. 1584—1585. — Analysen II. 1583 ff., besteht aus zermalmten, quarzhaltigen Thonschiefertheilchen und Carbonaten, und kommt der Zusammensetzung des Rheinabsatzes im Bodensee sehr nahe II. 1584. — Sein kohlensaurer Kalk kann nicht ein Absatz stagnirender Wasser sein II. 1585.

Löfsmännchen II. 1385.

Löfspüppchen II. 1385.

Loire, Analyse II. 1514.

Lough-Neagh, versteinert Holz oder durchdringt es mit Eisentheilchen II. 1544. — Zeichnet sich durch einen sehr geringen Gehalt an erdigen Bestandtheilen aus II. 1546.

Ludovici, Steinsalzgrube, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1749.

Lütschine, Analyse II. 1518.

Luft, atmosphärische, II. 28—58. — Absorbirt durch Gewässer II. 106. — In den Kohlensäure-Exhalationen ist meist sehr wenig enthalten I. 304-306. — Menge des Kohlenstoff in ihr II. 31, dieser kann nicht ein Aequivalent für allen Kohlenstoff im organischen Reiche sein II. 31 ff. — Kohlenwasserstoff-Verbindungen in ihr II. 1775. — Processe, durch die ihr Sauerstoff entzogen und zugeführt wird II. 29. — Sauerstoff in ihr, Schwankungen II. 29, 58 ff. — In der Schöpfungsperiode war das Kohlensäuregas in gröfserer Menge in ihr vorhanden, als jetzt II. 44, 57 ff. — Wassergas in ihr, Schwankungen II. 29. — Die Zersetzung der Gesteine wird vorzugsweise von ihr bewirkt II. 28, 48. — Ihre Zusammensetzung vor dem Erscheinen des Pflanzen- und Thierreiches II. 31, 44.

M.

Maas, Analyse II. 1512. — Menge ihrer schwebenden Theile II. 1575.

Mackenzie-Flufs führt sehr viel Treibholz II. 1809.

Magnesia, Absätze, die reich an ihr sind II. 1161. — In Apatiten I. 731. — Aufgenommen am häufigsten als Silicat I. 790. — In Augiten, wird theilweise als Carbonat fortgeführt II. 832. — Entstanden aus zerstörten Magnesia-haltenden krystallinischen Gesteinen I. 796. — In den Fucus-Arten in bedeutender Menge I. 749, 983. — M. und Kalk, ihr Ursprung in Quellen I. 412—413. — M. und Kalksilicate, Bildung unter verschiedenen Bedingungen I. 785—786. — Im Korallenkalk II. 1155. — Im Muschelkalk neben Basalt II. 1156. — Zu Panzern untauglich I. 983. — Nicht in Panzern der Infusorien I. 982. — Im Pflanzenreiche in viel gröfserer Menge als im Thierreiche I. 748. — Bei Pseudomorphosen wird sie häufig aufgenommen I. 789—790 u. II. 243, 312. — Kommt in Samenkörnern in gröfserer Menge, als in holzigen Theilen der Pflanzen vor I. 749. — Aus dem thierischen Körper mufs sich viel M. ausscheiden I. 751. — In Zeolithen kommt sie nicht vor I. 787.

Magnesia, kohlensaure, in Absätzen von kohlensaurem Kalk in Spalten und Drusenräumen II. 1161. — Absatz aus warmen Quellen I. 892. — In Gewässern sehr verbreitet I. 778; II. 498. — Die Bildungen des Chlorit, Serpentin und Speckstein sind nothwendige Processe zum Verbrauche derselben II. 502, 1155. — Abscheidung aus dem Meerwasser nur durch organische Thätigkeit II. 1135, 1153. — Eisenoxydhydrat scheint von ihr aufgelöst zu werden I. 875 ff.; II. 1327. — M. und Kalkcarbonat, Folge der Absätze II. 1123. — Kalkcarbonat schwerlöslicher als M. II. 1122. — M. in fast allen Kalksteinen in Tyrol II. 1186. — Löslichkeit I. 387; II. 1127. — Wird dem Meere in ungeheuren Mengen zugeführt II. 499. — In Flufswassern kommt sie nur in geringer Menge vor II. 1524, in etwas gröfserer, wenn die Flüsse Dolomit und dolomitische Kalksteine durchströmen II. 1524. — Im Meerwasser aus Chlormagnesium durch den Einflufs der Meerespflanzen entstanden II. 1556. — Menge des Dolomit, die vom Rheine dem Meere zugeführte M. liefern kann II. 1154. — In mergeligen Schichten in sehr bedeutenden Mengen II. 1158—1160. — In Mineralquellen I. 377 u. 453. — Processe, die dieselbe in Gewässern verbrauchen II. 499—501, 1154. — In Quellenabsätzen wenige M. II. 1153. — Wird in der Siedhitze des Wassers durch Kieselsäure und durch Quarz zersetzt II. 790. — In süfsen Quellen I. 377 u. 453.

Magnesia, kohlensaure, wasserfreie, kommt selten in Quellenabsätzen vor I. 899. — Mit kohlensaurem Natron als Doppelsalz I. 899.

Magnesia, kohlensaure, wasserhaltige, kommt im Mineralreiche nicht vor I. 898.

Magnesia, phosphorsaure, Absatz aus heifsen Quellen I. 891. — Im Apatit I. 731. — Bildg. I. 729—730. — Bildg. aus phosphorsauren Alkalien und Magnesiasalzen I. 731. — In den Excrementen I. 751. — Den Menschen wird durch das Brod mehr phosphorsaure Magnesia als phosphorsaurer Kalk zugeführt I. 751. — Im Mineralreiche selten I. 729. — Im organischen Reiche I. 749—752. — Die Pflanzen nehmen mehr phosphorsaure Kalkerde als phosphorsaure Magnesia auf I. 750. — Im Thierreiche häufig I. 729.

Magnesia, schwefelsaure, Abscheidung aus dem Meerwasser siehe Steinsalz; Auflösung einer mit Kochsalz gesättigten Chlormagnesium-Lösung findet nur in sehr geringem Maafse Statt II. 1737. — Bildung I. 592 ff. — Im Flufswasser II. 1526. — Das Vorherrschen der schwefels. M. in Flüssen setzt ein Vorherrschen derselben in Gesteinen voraus II. 2129. — Im Meerwasser vermindert sie sich, wird aber durch die Flüsse in nicht unbedeutender Menge zugeführt II. 1557. — In Quellen II. 1526. — Vorkommen I. 591.

Magnesia, wolframsaure, kommt wegen ihrer grofsen Leichtlöslichkeit als solche nicht vor, aber in geringer Menge mit wolframsaurer Kalkerde II. 1972, 1978.

Magnesiabicarbonat, Löslichkeit I. 787. — Zersetzung des Kalksilicat durch dasselbe II. 489.

Magnesiacarbonat s. Magnesia, kohlensaure.

Magnesiaglimmer kann von Säuren aufgeschlossen werden II. 1450. — Umwandlungsprocefs in Kaliglimmer II. 1449.

Magnesiakalk, kohlensaurer, Wirkung des kohlensauren Wassers auf denselben II. 1177.

Magnesiasalze und Kalksalze

im Meerwasser spielen eine aktive Rolle II. 2170. — Ihre Verminderung II. 170.

Magnesiasilicat. Absatz aus Gewässern II. 1050, nur bei Abwesenheit von Kohlensäure II. 785. — Bildung auf nassem Wege II. 780, 2165 ff. — Bildg. in den Thonmassen auf dem Grunde des Meeres II. 2167, 2169. — Kalisilicate viel weniger verbreitet als M. I. 512. — Kann nicht neben freier Kohlensäure existiren I. 510, 769 u. 826. — In Gewässern II. 231. — Im Magneteisen I. 779-782. — Im Meere I. 844. — In Quellen II. 781. — Nicht in Säuerlingen I. 510—511. — Gehört zu den unveränderlichsten Mineralien II. 1220. — Verdrängungen durch dasselbe II. 366—367. — Zersetzung im aufgelösten Zustande durch Kohlensäure I. 510, nicht durch kohlensaure Alkalien II. 1429, schwieriger als Kalksilicat durch alkalische Fluorüre II. 512.

Magnesiasilicate, einfache, Bildung I. 786. — In Gewässern I. 770, 778. — M. und einfache Kalksilicate I. 776 ff. — Löslichkeit I. 778. — Im Magnesit I. 779. — Sehr verbreitet I. 776, 785, 789.

Magnesiasilicate, wasserhaltige I. 776—778.

Magnesit, I. 779 ff. — Kieselsäurehaltiger M. im Gemenge I. 782. — Magnesiasilicat in ihm I. 779—782. — Im Serpentin I. 782.

Magneteisen, Absatz aus Gewässern II. 584. — Mit Analcim II. 573, 582. — Kann keine plutonische Ausscheidung sein II. 576, 598, das Zusammenvorkommen mit Quarz widerspricht einer solchen Annahme II. 576 ff. — Ausscheidung nach der säulenförmigen Absonderung des Basalt II. 591. — Ausscheidung aus Trappgesteinen II. 578, aus sedimentären Gesteinen II. 591. — Ausscheidungsprodukt aus Basalt II. 595. — Bildung aus Augit II. 568 ff., 571, 572, 578 ff., 862, aus Basalt II. 588—590, auf nassem Wege II. 493. — Bildg., künstliche, II. 598. — Im Basalt II. 588 ff., ob alles M. in ihm Titaneisen ist II. 594. — Bildg. durch eine Zersetzung des Epidot II. 415, der Hypersthen II. 574—575. — Brauneisenstein auf Kluftflächen des M. II. 582. — In Drusenräumen der Lava II. 587. — In Drusenräumen von derbem Magneteisen II. 588. — Mit Eisenkies II. 572—573, 588. — In Formen von Granat II. 491 ff. — Im Granit II. 578. — Auf Harmotom in der Lava II. 586. Mit einem Kern von spirifer speciosus II. 588. — Mit Kalkspath II. 569. — Mit körnigem Kalk II. 574. — In nachbarlichen Säulen II. 591. — Mit Quarzkörnchen und einem spirifer speciosus II. 289. — Serpentin in ihm II. 578. — Im Taunusschiefer II. 1650. — Titaneisen in ihm II. 591, ohne Titangehalt II. 595. — Umwandlungsprocesse: nach Augit II. 573, nach Augitporphyr II. 579—583, in Chlorit II. 1326 ff., in Eisenoxyd II. 598—599, 1353, nach Eisenspath II. 583, 1341 ff., 1352, entschieden auf nassem Wege gebildet aus Eisenspath II. 1348 u. 1353, nach Granat II. 490 ff., nach Strahlkies und Strahlstein II. 1272. — Vorkommen II. 584—585: In augitischen Labradorgesteinen II. 636, im Chloritschiefer II. 584, im Dolerit II. 584, in Drusenräumen II. 573, im Bette der Flüsse II. 596, im Gabbro II. 575, im Glimmer II. 578, im Glimmerschiefer II. 586, im Gneiſs II. 578, im Granat II. 455, 574, in granitischen Massen II. 578, auf Harmotom in Lava II. 288, 289, 586, 587, in Hornblendegesteinen II. 575, im Hyperit II. 574, im körnigen Kalk II. 586, im Mandelstein

II. 584, im Meere II. 596, auf Quarzgängen II. 584, im Quarzit II. 578, im Schalstein u. in Seen II. 596, im Serpentin und Speckstein II. 584, im Talk II. 584, im Talkschiefer II. 584, im Thonschiefer II. 584, in Trappgesteinen II. 578, in vulkanischem Sand II. 596.

Magneteisenlager, Ursprung II. 578.

Magneteisenstöcke II. 968.

Magnetkies II. 1907. — Umwandlung in Eisenkies II. 1329, 1360 ff., beide ein Gemeng II. 1361. — Zusammensetzung II. 1362, 1908, Arsenik, Blei, Kupfer, Nickel in ihm II. 1908.

Malachit, Bildung aus gediegenem Kupfer II. 1992, aus schwefelsaurem Kupferoxyd mittelst Kalkbicarbonat II. 1992, aus zersetzten Fahlerzen II. 1997 ff. — Eisen, dessen gänzliche Ausscheidung II. 1997. — Eisenspath manchmal von ihm begleitet II. 2131. — M. in seiner Entstehung begriffen II. 240. — Lösung von kohlensaurem Kupferoxyd in kohlensaurem Wasser, Rückstand vom Abdampfen II. 1994, Leichtlöslichkeit desselben entfernt jede Schwierigkeit den Absatz des M. auf solche Weise zu erklären II. 1995. — Mysorin ein wasserhaltiger M. II. 1999. — M. in Quarzdrusen II. 1925. — Auf Schwefelkupfer enthielt keine Spur von Schwefelsäure II. 1997, wie diese fortgeführt werden kann II. 1997. — Umwandlung in Bleioxyd, kohlensaures, II. 1999, 2001, nach Kalkspath II. 1208, 1999, nach Kupferkies II. 1921, 1996, nach Kupferlasur II. 1992, Versuche hierüber II. 1993-1994, die Pseudomorphosen sind mit Brauneisenstein oder mit Ziegelerz erfüllt II. 1996, nach Rothkupfererz II. 2045, nach Weifsbleierz II. 1999. — Ein Vererzungsmittel II. 233. — Im Wechsel mit Schalen von Kieselkupfer II. 1925.

Malakolith siehe Augit.

Mandelsteine, bei Darmstadt II. 1073—1074. — Drusenräumen von ihnen in tiefen Thaleinschnitten mit Kalkspath erfüllt, in höheren Punkten leer 804. — Magneteisen in ihnen II. 584. — Quarz und Epidot in Drusen derselben II. 855. — M. und Rotheisensteine, Verhalten II. 1083. — Im Trappgestein im Kohlengebirge II. 771. — Verhalten zu Rotheisenstein-Lagern II. 568 ff., 806, 1083.

Mandelsteingebirge, in den Drusen eisenhaltige Chlorite II. 625, 653, 933, ferner Quarz mit und ohne Epidot II. 651, 655. — Die Gewässer aus ihnen enthalten mehr kohlensauren Kalk, als Kieselsäure II. 650.

Mandelsteinporphyr, Quarzäderchen, die sich beim Calciniren des M. zeigen, sind die Reste des zersetzten Kalksilicat II. 647, 833.

Mandelsteintrapp, zwischen Schichten vom Uebergangskalk und rothen Sandstein eine Stunde weit zu verfolgen II. 749.

Mangan in Dolomiten II. 1166. — Eisen scheidet sich früher ab, als M. II. 1370. — M. und Eisen, setzen sich zuerst ab II. 823, deren Ursprung in Quellen I. 410—411. — Eisenspath in ihm II. 826. — Im Meere II. 1563. — Seine Superoxydation auf nassem Wege I. 422—423; II. 558, 797, 810 ff., 1369.

Mangan- und Eisen-Formation II. 1874.

Manganerz II. 1325 u. 1366. — Absatz aus kalten Quellen I. 906 ff., nicht aus aufsteigenden I. 907 ff., 914 ff. — Abstammung aus Thonschiefer I. 910. — Bildung I. 908 ff.; II. 1180, 1366, auf nassem Wege I. 426 u. 428. — In Dolomiten II. 1166, entspricht dem Mangangehalte des Uebergangskalk

II. 1083, 1085, 1175, 1179. — Den Eisenerzen entsprechend II. 1368. — M. und Eisenerze können sich aus denselben Gewässern an verschiedenen Orten absetzen II. 810, 1370, häufig auch gleichzeitig II. 825. — M. in Gängen rühren von Mangansilicaten im Nebengestein her II. 1867. — Kein Mineral verdrängt sie II. 1366 ff. — In Formen verschiedener Mineralien II. 1367 ff. — M. im plastischen Thon sind, wie der Uebergangskalk, der Rückstand von der Auslaugung des Kalkstein II. 1179. — Häufige Pseudomorphosen der M. nach Kalkspath II. 1371. — Umwandlungs-Pseudomorphosen nach Manganspath sind nicht bekannt II. 1371 ff. — Vorkommen I. 427, 908 ff.; 1366. — Zersetztes Nebengestein II. 432. — Zusammenvorkommen mit Kalkspath II. 1370 ff.

Manganerze, Baryt-haltige, I. 424—426. — Vorkommen I. 427.

Manganglanz II. 1908.

Manganit, Umwandlungsprocefs in Braunit und Hausmannit II. 1368 ff., nach Kalkspath II. 1179, 1207, 1207, 1367, in Pyrolysit II. 1368 ff.

Mangankiesel, rother, I. 813. — M. schwarzer I. 814.

Mangankupfererz II. 1247, 2047.

Manganocalcit II. 1371.

Manganoxyd, Absätze I. 906; II. 806. — M. und Eisenoxyde meist in Gesellschaft II. 3043. — Aus Gewässern scheidet sich vorzugsweise zuerst Eisenoxydhydrat ab und später M. mit den Carbonaten der alkalischen Erden II. 806, 824, 826, 1370. — Mit Baryt in chemischer Verbindung I. 433. — Mit Kali in chemischer Verbindung I. 434.

Manganoxyd- und Baryt-haltige Mineralien I. 429—430.

Manganoxydhydrat, Absatz aus süfsen Quellen I. 422, 909. — Umwandlungsprocefs nach Zinkspath II. 1205.

Manganoxydul und Manganoxydulsilicate I. 813 ff.; II. 1877. — M. wird durch Oxydation auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoff zu Mangansuperoxyd II. 558.

Mangnoxydul, kohlensaures, (siehe auch Manganspath). Setzt sich aus Gewässern später als Eisenoxydhydrat ab II. 1370, und nicht durch Oxydation wie das kohlensaure Eisenoxydul II. 1369. — Umwandlungsprocefs nach Kalkspath II. 1207, 1367. — M. im Wasser suspendirt wird von Schwefelwasserstoff zersetzt II. 2123.

Manganoxydul, phosphorsaures, Absatz aus heifsen Quellen I. 891.

Manganoxydul-Silicate, einfache, I. 813 ff. — Aus Augit hervorgegangen I. 813, 814, 815. — Mit kohlensaurem Manganoxydul II. 500.

Manganoxydul-Silicate, wasserhaltige, I. 813—815.

Manganspath II. 1991; (siehe kohlensaures Manganoxydul). Mit viel kohlensaurem Eisenoxydul und wenig kohlensaurem Kalk II. 1371.

Mangansuperoxyd II. 811. In Absätzen aus Quellen I. 422. — In Achatdrusen I. 423. — Mit Baryt als Quellen-Absatz I. 422. — Bildung II. 558. — In Drusenräumen I. 815. — Giebt ein Hydrat II. 559. — Als Quellenabsatz überhaupt I. 423.

Manganzinkspath II. 1205.

Marcelin I. 814.

Marekanit, Analysen, II. 2225,

Marienbad, Gangbildungen, I. 914 ff., rühren vom Gneifs her I. 915. — Kohlensäure-Entwicklung I. 244, 283, 291. — Mineralquellen enthalten kein Kali I. 405. — Vorkommen der dortigen Mineralquellen I. 915.

Marietta, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1750.

Marmor (siehe körniger Kalk).

M., cararischer, ist umgewandelter Kalkstein II. 1031.
Marne, Analyse II. 1520.
Massa Carara, körniger Kalk in ihr II. 1020.
Massen, feuerflüssige, Ausscheidung von Mineralien II. 684. — Welche Kräfte sie in Spalten auftreiben II. 17. — Wirkung auf das Nebengestein II. 751.
Massen, gemengte, in Gesteinen II. 14.
Massen, wasserhaltige, eruptive II. 1088.
Matlockit II. 2016.
Meer II. 1548 ff. — Absätze in demselben durch organische Thätigkeit I. 951. — Absätze an den Küsten II. 1601. — Alkalische Salze durch Pflanzen in ihm zersetzt I. 865. — Ammoniak im M. II. 1563. — Analyse des M., Vereinfachung II. 1557—1558. — Arsenik im M. II. 1564. — Baryt im M. II. 1563. — Bestandtheile des M., Wiederherstellung des ursprünglichen Verhältnisses zwischen ihnen II. 1568. — Nur in Binnenmeeren findet eine Zunahme des Salzgehaltes statt II. 1716 ff. — Chlorcalcium nicht in ihm II. 1550. — Der Chlorgehalt ist nahe übereinstimmend II. 1555 ff. — Chlormagnesium ist das einzige im M. vorkommende zerfliefsliche Salz II. 1550. — Chlornatrium und Chlormagnesium, deren Summen stimmen sehr nahe mit einander überein II. 1555. — Dolomit, Menge, die aus dem Meere gebildet werden kann II. 1154. — Eisen im M. II. 978, 844. — Die Flüsse führen ihm das Material zu den sedimentären Bildungen zu II. 1507. — Fluor im M. I. 493; II. 1563. — Gase im M. II. 1130—1132, 1568, und die Zusammensetzung der Luft über dem M. II. 1568. — Gypslager, vor dessen Absatz war das M. reicher an Chlornatrium und schwefelsaurem Kalk als jetzt II. 1566, nach dem Absatze sind die Magnesiasalze gröfstentheils im M. zurückgeblieben II. 1567. — Jod noch nicht im M. gefunden I. 493; II. 1563. — Kali ist in geringer Menge im M. vorhanden I. 841; II. 1553, 1554, 1563—1564. — Kalkcarbonat in ihm I. 962. — Kalkcarbonat-Absätze, partielle, aus demselben I. 972—973. — Kalk, phosphorsaurer, in ihm I. 745. — Kalksilicate in Gesteinen auf dem Grunde desselben, werden durch die kohlensaure Magnesia des Meerwassers in Magnesiasilicate zersetzt II. 500. — Kieselsäure im M. I. 978, 844. — Kochsalz, welches dem M. durch die Flüsse zugeführt wird, kann kein Aequivalent der Steinsalzlager sein II. 1566. — Kohlensäure in ihm II. 1129, mit der Zersetzung derselben durch die Pflanzen werden die schwefelsauren Salze im M. durch die organischen Substanzen zersetzt II. 1569. — Magnesiasilicat in ihm I. 844. — Mangan im M. II. 1563. — Phosphorsäure im M. II. 1553—1554, 1563—1564. — Salze, deren Ursprung im M. II. 1564, warum sie seit der Schöpfungsperiode keinem beständigen Kreislauf unterworfen sind II. 1568. — Der Salzgehalt, (siehe auch Salze), ist wenigstens ebenso alt als die Ablagerung des Uebergangsgebirges II. 1563, nimmt an den Küsten merklich ab II. 1555 ff., Maximum und Minimum desselben II. 1558, Ursachen des ungleichen Salzgehaltes II. 1558—1559, Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe II. 1710, Folgerungen II. 1714. — Schlamm- und Sandproben, mikroskopische Untersuchungen im Golfstrom II. 1629, enthalten hauptsächlich Polythalamien II. 1630. — Schwefelmetalle bilden sich im Meere II. 1557. — Sein schwefelsaurer Kalk bewirkt Versteinerungen der Baumstämme II. 1828, 1829. — Schwefelsaures Natron

nicht im M. II. 1550. — Die Schwefelsäure variirt mehr als das Chlor II. 1556, Ursache davon II. 1556—1557, 2168. — Senkrechte Strömungen II. 1712. — Silber im M. II. 1564. — Silicate I. 978, 844. — Steinsalz, durch dessen Absatz aus dem Meere, wurden demselben ungeheure Quantitäten von Kochsalz entzogen II. 1565. — Steinsalzlager, vor dessen Absatz war das M. reicher an Chlornatrium und schwefelsaurem Kalk, als jetzt II. 1568, nach dem Absatze sind die Magnesiasalze gröſstentheils im M. zurückgeblieben II. 1569. — Strömungen, periodische, und Deltabildungen sind unvereinbar II. 1600 ff. — Strömungen, Wirkungen derselben II. 1600. — Strontian im M. II. 1563. — Alle Substanzen, welche die Gewässer aus Steinen auflösen, müssen sich im M. finden II. 1563. — Systeme, rotatorische, der Wellen der Ebbe und Fluth II. 1601. — Temperatur, deren Abnahme mit der Tiefe II. 1712. — Thiere und Pflanzen sind die Sammler der Bestandtheile des M. I. 984. — Tiefe bis zu welcher die Bewegung der Wellen reicht, II. 1715. — Durch Verdunstung des Meerwassers concentrirt sich der Salzgehalt auf der Oberfläche II. 1715. — Zusammensetzung, Ansichten über sie II. 1550. — Mittlere Zusammensetzung II. 1702-1703.

Meer, Adriatisches, Absätze II. 1599 ff., wodurch sie veranlaſst werden II. 1599.

Meer, Asowisches, Analyse II. 1537, 1561. — Ist zu betrachten als ein mit süſsem Wasser verdünntes Schwarzes II. 1538, und mittelländisches Meer II. 1561.

Meer, Atlantisches, Analysen II. 1553—1554.

Meer, Kaspisches, II. 1534. — Analysen II. 1537 ff. — Ausdehnung war früher eine gröſsere, Ursachen davon II. 1541. — Seine Bestandtheile betragen nur ¼ von den des Schwarzen Meer II. 1540. — Der Boden längs desselben von der Wolga bis zum Terek ist stark mit Salz imprägnirt II. 1730. — Salzgehalt, bedeutender, an manchen Stellen II. 1540. — Mit dem Schwarzen Meere stand es nicht in Communication II. 1539, dagegen II. 1540. — Erscheint als ein ehemaliger Süſswasser-See II. 1541. — Wolga-Wasser, dessen Einfluſs auf seine Zusammensetzung II. 1537.

Meer, Mittelländisches, Analysen II. 1559. — Concentration durch Verdunstung II. 1561. — Sein Kalkgehalt beträgt mehr als der des atlantischen Ocean II. 1560. — Am reichsten an Magnesiasalzen II. 1110. — Bei Malta am reichsten an Chlor II. 1560. — Ist ein groſser Meerbusen II. 1603. — Sein Spiegel liegt höher als der des Todten Meer II. 1722. — Steinsalz hat sich in ihm noch nicht abgesetzt II. 1717. — Strömung aus dem Atlantischen in das Mittelländische Meer II. 1715, entgegengesetzter unterer Strom II. 1715. — Verliert durch Verdunstung mehr Wasser, als es zurückerhält II. 1561, 1715.

Meer, Nordsee, Analyse II. 1551, 1554. — Identische Zusammensetzung II. 1552. — Strömungen aus der Nordsee in die Ostsee und umgekehrt II. 1562.

Meer, Rothes, oder der persische Meerbusen, Salzgehalt II. 1559. — Wie in ihm Steinsalzlager entstehen können II. 1718 ff.

Meer, Schwarzes, Analyse II. 1537, 1561. — Salzabsätze an der Bessarabischen Küste II. 1717 ff. — Ob sein gröſserer Gehalt an schwefelsaurer Magnesia der Donau zuzuschreiben ist II. 1538. — Ist als ein durch süſses Wasser verdünntes Mit-

telländisches Meer zu betrachten II. 1561.

Meer, Stilles, Analysen, II. 1553—1554.

Meer, Todtes, II. 1534. — Absatz von Kochsalz auf seinem Grunde II. 1724, 1728, wechselt mit mechanischen Sedimenten II. 1724 ff., giebt ein Bild von der Entstehung des Salzthon II. 1725. — Analysen II. 1541 ff. — Es bedeckt den ehemaligen Boden von Sodom und Gomorra II. 1722. — Sein Boden ist mit mächtigen Sedimenten bedeckt II. 1723 ff. — Chlorüre im T. M., deren quantitative Verhältnisse II. 1727, 1738. — Organismen im Boden des T. M. II. 1823 beweisen nicht, dass es ein brackischer Süfswassersee sei II. 1723. — Rothes Meer, sein Bassin und das des T. M. waren ursprünglich getrennt II. 1722 ff., 1724. — Sein Spiegel liegt tiefer als der des Mittelländischen Meer II. 1722. — Zeichnet sich durch einen ausserordentlich hohen Salzgehalt aus II. 1542, der von den Salzbächen des Thales Waddi el Chlor herrühren soll II. 1722, Schwankungen in demselben II. 1738. — Salzwüste Zeph, Erden aus ihr, deren Salzgehalt II. 1726. — Schwefelsaurer Kalk, warum er im T. M. aufgelöst ist II. 1744. — Die Ufer sind voll von Salz II. 1721. — T. M. ist eine durch Verdunstung entstandene Mutterlauge II. 1719. — Vulkanische Ausbrüche, keine Spuren von ihnen in oder um das T. M. II. 1722. — Sein Wasser ist einem bedeutenden jährlichen Steigen und Fallen unterworfen II. 1719 ff. — Wird durch Wasser des Jordan verdünnt II. 1542.

Meer, Weltmeer, in ihm findet keine Zunahme mit der Tiefe des Salzgehaltes Statt II. 1716.

Meerschaum I. 777; II. 1498. Entstanden durch einen Umwandlungsprocefs aus Feuerstein II. 1268 ff., aus Kalkspath(?) II. 1269. — Kohlensäure in ihm II. 1498.

Meerwasser, liefert die Alkalien den Pflanzen I. 863. — Die Annahme, dass sein kohlensaurer Kalk früher mehr betragen habe als jetzt ist nicht statthaft I. 968. — Austernschalen, deren Löslichkeit II. 1137. — Bestandtheile I. 353. — Chlormagnesium des M. kann sich nicht im festen Zustande abscheiden, und kommt auch nur in wässriger Lösung vor II. 1682, die schwefelsaure Magnesia kommt aber manchmal zur Krystallisation II. 1682 ff., 1706. — Gehalt an Gasen II. 1131 ff., nimmt mit der Tiefe zu II. 1133. — Die Infusorien nehmen grofse Quantitäten desselben auf I. 978. — An Kalkerde reicher und ärmer an Magnesia, wo der Meeresgrund aus Thonmergel besteht und gleichzeitig Thonerdesilicat und kohlensauren Kalk enthält II. 2167. — Kohlensäure in gröfserer Menge vorhanden als zur Auflösung der Carbonate erforderlich II. 1134, unterliegt nur einer äufserst geringen Schwankung II. 1135. — Kohlensaures Eisenoxydul in ihm II. 1151. — Kohlensäure, freie, in demselben I. 967. — Kohlensaurer Kalk von ihm abgeschieden I. 953; II. 1621 ff. — Specifisches Gewicht des Meerwassers II. 1548—1549, vermindert sich, wo grofse Ströme münden II. 1549, kann nicht über den ungleichen Salzgehalt entscheiden II. 1550. — Steinsalz ist ein unmittelbarer Absatz aus dem Meerwasser II. 1507, 1508, 1672 ff., dieser Absatz fand während der ganzen sedimentären Periode Statt II. 1689, und nach dem Absatze des reinen Steinsalz setzte er sich auch noch fort, als die mechanischen Absätze von Statten gingen II. 1704. — Durch Verdunstung

des M. Salze erhalten II. 1679, Folgerungen hieraus II. 1681 ff.
Meinberg, Kohlensäure-Entwicklung I. 252, 253, 260, 284, 287, 294, 296, 305.
Mejonit siehe Wernerit.
Meifsner, Säuerlinge I. 244.
Melanit siehe Granat.
Melanochroit II. 1983.
Melaphyr II. 618 ff. — Absätze, deren Folgenreihe in kleinen Spalten II. 622. — Adern aus Jaspis II. 621, brausen mit Säuren II. 621, 810. — Analysen II. 641—643 u. 658—660. — Augit allein in ihm II. 659 ff., und Hornblende gleichzeitig II. 646. — M. von bedeutendem Augitgehalt II. 663, 708, 836. — Augit schritt bei der Zersetzung nicht dem Labrador vor II. 647. — Vom Basalt durch sein geringeres specifisches Gewicht II. 838 und durch seinen geringen Eisengehalt unterschieden II. 839, hinsichtlich des letztern auch von den Doleriten und Augitlaven II. 840. — Braunstein-Gänge in ihm I. 427 ff.; II. 810. — Brausen um so mehr mit Säuren, je mehr sie zersetzt sind II. 480, 618, 619. — Nicht brausende M. II. 619, 620, 623. — Chlorit, eisenhaltiger, in Drusenräumen des M. II. 652, 713, 833, ein Zersetzungsprodukt der Grundmasse desselben II. 654. — Im Contakt mit demselben materielle Veränderungen II. 1012. — Contaktwirkungen II. 1011. — Ob die von Delesse analysirten M. wirklich solche sind II. 914 ff. — Eisenkies im Gestein II. 657. — Epidot in Gängen II. 656, im Gestein II. 656, 657. — Farben-Veränderungen II. 621. — Folgerungen II. 622, 833. — Dieselben zufälligen Mineralien in verschiedenen M. II. 656—657. — Ein Gang von M. braust sehr stark mit Säuren II. 619. — Ein mächtiger Gang von Kalkspath im M. II. 620, 664. — Gehalt an Alkalien II. 840. — Geschmolzene M. werden von Salzsäure vollständig zersetzt II. 642. — Grünerde, Aehnlichkeit mit M. II. 621. — Die Grundmasse magnetisch II. 636, 639. — Hornblendekrystalle in der Grundmasse II. 644 ff. — Hornblende schritt in der Zersetzung nicht dem Labrador vor II. 647. — Kalkerde, deren Verminderung bei der Zersetzung II. 646 ff. — Kalk, kohlensaurer, in ihm II. 620. — Kalkspath u. s. w. in Drusenräumen II. 652, 713, 833. — Karneol manchmal in der Grundmasse II. 651, sie schwankt am meisten II. 647. — Kieselige Bildungen in grofser Anzahl in Drusenräumen und Spalten II. 665. — Kieselsäure in gröfserer Menge in ihnen, als in den Basalten II. 841. — Die Kieselsäure bewirkt in benachbarten Gesteinen Verkieselungen II. 626 ff. — Kugeln von ihm II. 619. — Labrador herrscht in ihnen vor II. 840. — Labradorkrystalle in der Grundmasse II. 644 ff. — Magneteisen keine ursprüngliche Bildung II. 652. — Im Nebengestein keine Veränderungen II. 1013. — Organische Substanzen in demselben II. 664—665. — Dem Pechstein ähnlich II. 661. — Quarz in Gängen II. 656, in der Grundmasse desselben II. 651—652. — Quarzäderchen, welche sich beim Calciniren des Mandelsteinporphyr zeigen, sind die Reste des zersetzten Kalksilicat II. 647, 833. — Quarzbildungen scheinen nicht vom zersetzten Augit herzurühren II. 713. — Quarz im M. keine ursprüngliche Bildung II. 652. — In Rheinbaiern II. 618—619. — M. am Sattel, rothes Feldspathgestein in ihm II. 935, schliefst kleine Trümmer von Datolith ein, und ist ein fast quarzfreier Syenit II. 937. — Schieferthon im Contakt mit M. zeigt keine Veränderung II. 619, braust ebenfalls mit Säuren II.

619, 620. — M. von Tyrol, ausgezeichnet durch Zeolithe II. 657. — Unterschiede in der Verwitterbarkeit II. 338. — Uebergang der blauen Farbe in die grüne, gelblichgrüne, ochergelbe und ocherbraune bei den verschiedenen Stadien der Zersetzung II. 832. — Veränderter M. von Gnettstadt II. 673—675. — Wasser, chemisch gebundenes, in ihm II. 589, 618, 641, 649. — Weifselberg, wie dessen Gestein entstanden sein mag II. 808. — Zersetzung II. 621—622. — M. liefert nach gänzlicher Zersetzung quarz- und eisenhaltige Thone II. 654. Zersetzung, alle Grade derselben wahrzunehmen II. 620. — Bei Z. der Grundmasse in Epidot wird aller Kalk von diesem aufgenommen, und es bildet sich kein Kalkspath II. 656. — Zersetzungsprodukte, hauptsächlichste, der M. II. 623, sie können von Gewässern weit fortgeführt werden II. 623. — Bei Zersetzung des M. Verminderung des Kalk II. 647. — Vollständige Zersetzung von Quarzadern II. 619, 620. — Zinkerz in ihm II. 1206. — Zusammensetzung II. 641., Folgerungen 634 ff., 658 ff., 661 ff. 835, 836, 837.

Membrane in den Austernschalen schützen gegen Auflösung II. 1139.

Menakanit II. 1956.

Mendigit II. 2016.

Mennige II. 2047. — Umwandlungsprocefs nach Bleiglanz II. 1926 ff, 2047, nach kohlensaurem Bleioxyd II. 1928, 2047.

Menschenknochen, Schichten in denselben gebildet I. 739.

Menschenschädel, petrificirter, I. 906. — Der Kalk wurde durch Eisen- und Manganoxyd verdrängt I. 906.

Mergel, entstanden aus verwittertem Basalt, kohlens. Kalk und Quarzsand I. 473.

Mergel-Schichten, Bildung II. 1159ff. — Zwischen Muschelkalk sehr viel kohlensaure Magnesia enthaltend II. 1158.

Mesolith I. 854. — Ist wasserhaltiger Labrador I. 831.

Mesotyp in Drusenräumen von Basalt II. 593. — Löslichkeit II. 978.

Metalle in Gebirgsgesteinen II. 20. — Im Meerwasser, Schwefelwasserstoff ein Fällungsmittel derselben I. 658 ff. — In Mineralien II. 20, 1866, 1901. — In Quellen und deren Absätzen II. 2078 ff., Maxima und Minima II. 2086, die Metalle in kalten Quellen und in deren Absätzen stammen nur aus dem Gebirgsgesteine II. 2086, in heifsen Quellen haben denselben Ursprung, oder können auch von Erzgängen herrühren II. 2086. — Schwefelwasserstoff-Exhalationen wirken noch als Minima auf die M. II. 2124.

Metalle, edle, (Gold, Platin und Silber) scheinen stets gegenseitge Begleiter zu seiu II. 2060.

Metalle, gediegene, II. 2050 ff. — Welche blofs Reduktionsprodukte sind II. 1865. 1869.

Metalloxyde II. 2021 ff. — Verbindungen mit einander II. 2021 ff.

Metalloxyde, antimonsaure, II. 1986.

Metalloxyde, arseniksaure II. 1987 ff. — Bildung II. 2133. — Deren Metalle kommen auch als Arsenikmetalle vor II. 2132.

Metalloxyde, chromsaure, II. 1982 ff.

Metalloxyde, kieselsaure, II. 1876 ff.

Metalloxyde, kohlensaure, II. 1990 ff. — Bildung in Gängen II. 2122. — Von Kieselsäure mit wenigen Ausnahmen verdrängt II. 1306.

Metalloxyde, molybdänsaure, II. 1979 ff.

Metalloxyde, niobsaure, II. 1959 ff.

Metalloxyde, pelopsaure, II. 2005 ff.

Metalloxyde, phosphorsaure, II. 2005 ff.
Metalloxyde, schwefelsaure, II. 2011 ff.
Metalloxyde, tantalsaure, II. 1959 ff.
Metalloxyde, titansaure, II. 1959 ff.
Metalloxyde, vanadinsaure, II. 1983 ff.
Metalloxyde, wolframsaure, II. 1962 ff.
Metalloxydule fordern grofse Quantitäten Sauerstoff zur Oxydation II. 34.
Metallsalze, phosphorsaure, ihre Bildung I. 726—728.
Metamorphosen, in den Alpen grofsartige M. II. 2349 ff. — Entstehung der mannichfaltigsten Formen und Umbiegungen II. 2350. — Von Gebirgsmassen II. 247—249. — Geschichteter Gebirgsarten II 51—52. — Gesteine, sedimentäre und krystallinische, die ganze Reihe derselben unterliegt fortwährenden Metamorphosen II. 2352. — Nur auf nassem Wege II. 247—249, 342, 976 ff., 1006 ff., 1095, Einwendungen gegen sie II. 989, Berichtigung derselben II. 990 ff., die krystallinische Beschaffenheit des Taunusschiefer ist für sie von besonderer Beweiskraft II. 1651. — Keine auf plutonischem Wege II. 325—326, 350—351, 368, 1456, Erscheinungen dafür II. 733 ff., dagegen II. 733, plutonische M, sollen einmal nicht in unmittelbarer Berührung, ein andermal bis 3000 F. weit wirken II. 351 ff., 298 ff., 891, durch Sublimation unbegreiflich II. 400, 407. — Kein Stillstand in ihnen II. 335. — Nicht durch Wasserdämpfe II. 354. — Ungleichartige Wirkung II. 842.
Metaxit I. 777.
Meteorsteine, Gemenge von Augit, Labrador und Olivin II. 773.
Meteorwasser, Einflufs der Temperatur derselben auf die Erdschichten I. 116. — Kohlensäure braucht nur in sehr geringen Mengen in ihnen zu sein, um kohlensauren Kalk bis zur Sättigung aufzulösen II. 1128. — Temperaturverhältnisse I. 115. — Ungleiche Temperatur der von denselben durchdrungenen Erdschichten I. 117—118.
Miargyrit II. 1939.
Miascit I. 833.
Micarell II. 410, 438.
Mikrolith II. 1962.
Milo, Insel I. 765, 800, 801.
Miloschin I. 802.
Mineralien, welche alkalische Silicate enthalten, ihre Umwandlungen in Chlorit, Serpentin, Speckstein und Talk II. 1506. — Ausfüllungsmassen, in ihren Rissen sind spätere Bildungen II. 286. — Chlorüre in denselben I. 466—474. — M., welche in Formen eines andern erscheinen, Folgerungen hieraus II. 239. — Formlose und fein zertheilte M. unterliegen der Zersetzung mehr als krystallisirte II. 2262. — Fortführung aus mächtigen Gangzügen II. 278. — Aus ihrem frischen Ansehen ist nie auf völlige Unzersetzbarkeit zu schliefsen II. 1081. — In Gebirgsgesteine, ihre Bildungsfolge widerspricht einer plutonischen Entstehung II. 924, 1093. — Härte, deren Verlust II. 485. — M. eingewachsene als Zersetzungsprodukte II. 480. — Eisenoxydulsilicate in ihnen werden durch Hydratwasser beim Glühen oxydirt II. 1381. — Granatartige M. II. 403—408. — Bestimmte Mischungsverhältnisse in ihnen II. 483. — M., welche die Bestandtheile den Quellen liefern I. 393. — Die in geringen Mengen in ihnen vorkommenden Stoffe sind von Bedeutung II. 259 ff. — Je leichtlöslicher sie sind, desto gröfser ist ihre Affinität zu Wasser II. 229, 1144, 1684. — Löslichkeit in reinem und in kohlensaurem

Wasser II. 978 ff. — Löslichkeit in reinem Wasser erklärt die Bildung der M. in Spalten und Drusenräumen II. 981. — Metamorphosirte M. enthalten mehr organische Ueberreste als frische II. 1472. — Mineralogisch einfache M., welche die Gebirgsgesteine zusammensetzen II. 284 ff. — Die schwerlöslicheren verdrängen die leichtlöslicheren II. 229, 1144, 1684. — Schwefelsaure Salze in ihnen I. 531. — Theilbarkeit nimmt mit zunehmender Magnesia zu II. 1374, bei den M. im hohen Grade, welche reich an Magnesia sind II. 1219, 1374. — Bis zu solchen Tiefen, bis zu welchen Gewässer dringen, stehen alle Mineralien unter dem Einflusse der Atmosphärilien II. 1373. — Umwandlungen, bei oft wiederholtem Wechsel derselben werden die M. in einem Gesteine bald wasserhaltig bald wasserfrei II. 2201—2202. — Umwandlungsprocesse II. 286. — M. der letzten Umwandlungsprocesse II. 1213—1220, zerfallen in vier Klassen II. 1216. — Die verdrängenden sind schwerlöslicher als die verdrängten II. 1144, 1198, 1205, 1238, 1260, 1261, 1308. — In ihrem ursprünglichen Zustande selten II. 259. — Ursprüngliche M. sind nicht nachzuweisen II. 2175. — Varietäten derselben haben keine Geltung, wenn sie durch anfangende Zersetzung entstanden sind II. 1964. — Veränderungen in ihnen können durch das Experiment nie vollständig verfolgt werden II. 1390. — Veränderung der Härte, Porosität, des Glanzes, der Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit sind untrügliche Kennzeichen ihrer Mischungs-Veränderungen II. 485. — Die Verwandtschaft ihrer Bestandtheile nimmt mit dem Alter zu II. 1995. — Verdrängung II. 223, wie sie zu denken II. 1144, 1145, die verdrängenden M. sind schwerlöslicher als die verdrängten II. 1144, 1198, 1205, 1238, 1260, 1261, 1308. — Verhalten zu Säuren II. 510 ff. — Verwachsene M. II. 874—876. — Ihre Verwitterung ist wohl zu unterscheiden von ihren Umwandlungen II. 1081, 2261. — Vorkommen, relatives, leitet auf ihre Entstehungsart II. 286. — Wasser, dessen Angriff verhält sich umgekehrt wie die Berührungsflächen II. 982. — Zellenbildung aus dem verdrängenden Mineral II. 1149, 1198. — Zersetzungsprocesse II. 286. — Zusammenvorkommen, Schlüsse II. 287—290. — Ihre Zusammensetzung, chemische, bedingt und schafft die Form II. 276.

Mineralien, Alkali-haltige I. 851.

Mineralien, Baryt-haltige I. 429—430 u. 435.

Mineralien, Borsäure-haltige, I. 682—683. — Vorkommen I. 684. — Eingewachsene als Zersetzungsprodukte II. 480.

Mineralien, Fluor-haltige, I. 479—483.

Mineralien, Granatartige, II. 403 ff.

Mineralien, Kali-haltige, von sekundärer Bildung I. 851, verwittern leicht I. 812.

Mineralien, Kalisilicate enthaltende, ihre leichte Zersetzbarkeit durch reines und kohlensaures Wasser chemisch nachgewiesen II. 980. — Sind vorzugsweise der Zersetzung unterworfen II. 482, 1374.

Mineralien, Lithion-haltige, I. 436—438. — Mineralogisch einfache, welche die Gebirgsgesteine zusammensetzen II. 284 ff.

Mineralien, Manganoxyd-haltige I. 429—430.

Mineralien, Magnesia-haltige, verwittern schwierig I. 812.

Mineralien, phosphorsaure, die

meisten haben ihren Kreislauf durch das Pflanzen- und Thierreich genommen I. 753.
Mineralien, Phosphorsäure-haltige, I. 693—694. — Bildung I. 701—707.
Mineralien, primäre und sekundäre unterschieden II. 2.
Mineralien, sekundäre phosphorsaure, Apatit ist die Hauptquelle für ihre Bildung I. 705.
Mineralien, zusammengesetzte, existirten früher als einfache I. 584; II. 6, 1298. — Unter den Umwandlungspseudomorphosen II. 239.
Mineralquellen, (Siehe auch Mineralwasser). Ihr Ausflufs durch eisenhaltige Quellen verstopft I. 312. — Erschürfen I. 371. — M. des Kamillenberges I. 360. — Gehalt I. 364, Temperatur u. s. w. und Beziehungen dazwischen I. 355—356. — Kalk und Natron erhalten sie vom Basalt (?) I. 381—384. — Kalk und Natroncarbonat, deren Verhältnifs in den M. I. 375. — Kieselsäure in gröfster Menge in den an kohlensaurem Natron reichsten M. II. 1268. — Kohlensäure-Exhalationen aus tiefer liegenden M. I. 289—290. — M. des Laacher-See-Gebietes I. 361—364. — Temperatur und Vorkommen I. 364. — Lage und Bestandtheile, Beziehungen I. 389—391. — Lage und Wassermenge, Beziehungen I. 385—386. — Schwefel aus denselben II. 141. — Völlige Zersetzung der Gesteine durch dieselben I. 392.
Mineralreich, der kohlensaure Baryt in demselben I. 417. — Die Kohlensäure wird in Pflanzen gegen Pflanzensäure, in Gesteinen gegen Kieselsäure ausgetauscht II. 894. — Kreislauf in ihm II. 1220. — Die Processe in ihm verlangen ein gewisses Maafs von Wärme II. 1213 ff., sind denen im Pflanzenreiche ähnlich II. 892 ff. — Bei den Processen in ihm kann ein Mifsverhältnifs zwischen der Gröfse einer Wirkung und ihrer Ursache einen Causalnexus nicht bezweifeln lassen II. 786. — Die Silicate, welche die Pflanzen aufnehmen, spielen auch eine wichtige Rolle im Mineralreiche II. 894. — Der Strontian in demselben I. 415. — Nichts im M. ist unwandelbar II. 983.
Mineralwasser, (Siehe auch Mineralquellen). Nie völlig frei von Kali I. 409. — Kohlensäure-Gehalt derselben I. 258, Sitz der Bildung I. 365.
Mischungsverhältnisse, bestimmte, bieten Mittel dar, Umwandlungsprocessen auf die Spur zu kommen II. 483.
Mississippi, sein Delta II. 1600, im Meerbusen von Mexiko II. 1603, Mächtigkeit II. 1604, bildet jetzt nur noch Thonabsätze II. 1603. — Menge seiner schwebenden Theile II. 1575. — Sein Schlamm enthält Infusorien II. 1593. — Umwandlung seines Holzes in Braunkohlen II. 1778.
Möll, Analyse II. 1518, enthält sehr wenig kohlensauren Kalk II. 1623.
Mörtel, hydraulischer, I. 832.
Mofetten I. 250. — Ihr Verhältnifs zur Lava I. 326. — Temperatur I. 294. — M. des Vesuv I. 327—328.
Molybdänglanz, Vorkommen und Zusammensetzung II. 1935.
Molybdänocher (Molybdänsäure) Löslichkeit II. 2038. — Vorkommen II. 2038.
Monazit I. 705, 706, 708; II. 2011.
Monradit steht dem Serpentin nahe II. 1493.
Monte Nuovo, seine merkwürdige Entstehung II. 2198—2199.
Moos auf Gesteinen befördert ihre Zersetzung I. 239.
Moosachat von Oberstein, mikroskopische Organismen darin II. 1252.
Morpholithe II. 1255 ff.
Münster a. St., die Soolquellen

enthalten keine schwefelsauren Salze I. 477. — Extrahiren ihren Salzgehalt aus dem Porphyr I. 557.

Muschelkalk, enthält eine schwache Spur Alkali I. 449—450. — Dolomit in demselben II. 1162—1164. — Neben Basalt Magnesia im M. II. 1156. — Erzlagerstätten in demselben II. 1190.

Muschelkalksteine enthalten viel Kieselsäure II. 1114.

Muschelschalen, ihre Erhaltung und Zerstörung in Gesteinen II. 1141 ff. — Ihr kohlensaurer Kalk verdrängt durch Eisenocher, Brauneisenstein und Eisenglanz II. 1152. — Werden im Meere wenig aufgelöst II. 1141. — Wandeln sich im Meerwasser in ein Aggregat von Kalkspathindividuen um II. 988, 1024. — Zerstörung im Dolomit und Erhaltung in Kalksteinen II. 1143.

Muschelthiere, Eisengehalt in ihren Schalen II. 1151. — Scheiden viel Kalkcarbonat aus dem Meere ab I. 970—971, wovon sie ihre Kalkgerüste bilden I. 953 ff.

Mysorin II. 1999.

N.

Nadeleisenerz, Wassergehalt II. 1349.

Nadelerz, (siehe Wismuthocher) Umwandlungsprocefs in Kupferkies II. 1920 ff., in Wismuthochor II. 2048.

Naphta-Quellen II. 1748. — Sind Zersetzungsprodukte vegetabilischer Substanzen II. 1801.

Natrium-Aluminiumfluorür ist Kryolith I. 500.

Natrolith, Analyse II. 2156 ff. In Drusenräumen von Basalten und Mandelsteinen und im Phonolith ist von Bedeutung II. 2263. Umwandlungsprocefs in Eläolith scheint nicht selten zu sein II. 2157, 2160, nach Nephelin II. 2155, 2157, in Prehnit II. 945—946, 2160.

Natron, die Gewässer führen es fort, die Pflanzen ergreifen das Kali I. 860. — N. - und Kaligehalt, in Landpflanzen I. 861, in Meerpflanzen I. 862. — N. und Kali, Ursprung in Quellen I. 403 — 409. — N. wird durch Kali verdrängt I. 847; II. 413, 565. — N. und Kalicarbonat, Verhalten I. 402. — N. und Kalk erhalten vom Labrador I. 380. N. und Kalkcarbonat, Verhältnifs in Mineralquellen I. 375. — In Landpflanzen I. 855 ff., 858, 859, deren mittlerer Kali- und Natrongehalt I. 857, 866. — N. der Quellen wird nicht von sedimentären Formationen erhalten I. 450—452. — Im Thonschiefer wird es vermindert II. 986. — Zeolithe, die N. enthalten I. 855.

Natron, kohlensaures, wird aus basaltischen Steinen extrahirt I. 367—368 und nicht vom Thonschiefer geliefert (?) I. 366. — Fehlt im Meere II. 851. — Thonerde durch N. aufgelöst II. 1438. — Vorkommen I. 853.

Natron, salpetersaures, als Düngungsmittel II. 127. — Vorkommen II. 853.

Natronfeldspath liefert durch Zersetzung bedeutende Mengen Natron I. 851.

Natron-Mesotyp I. 854.

Natronsalze in gröfserer Menge als Kalisalze I. 852. — Ueberwiegend im Meere I. 851. — N. kommen häufig, Kalisalze selten vor I. 854. — In Mineralquellen I. 402. — Im Mineralreiche I. 853. — Von zersetztem Feldspath I. 852.

Natronsilicate im Geyser I. 772. — Kalkbicarbonat durch N. als neutraler kohlensaurer Kalk gefällt, wobei eine Verbindung aus jenem und aus N. entsteht I. 833. — Werden leichter als Kalisilicate zersetzt I. 443 u. 450.

Natur, sie verfährt wie der analytische Chemiker II. 826 ff. — N., organische, ihr Einflufs auf

Bildungen des unorganischen Reiches I. 753—754. — Den synthetischen Weg verfolgt die Natur nicht II. 9. — N. unorganische, daſs ein Kreislauf in ihr Statt findet ist auſser allem Zweifel II. 13, 793, 2351. — Sonderungen in derselben II. 21, das Wandelbare in ihr II. 12.
Nauheim, Dornsteine daselbst II. 1045. — Kohlensäure-Entwicklung II. 250, 282, 283, 290, 319.
Nebengestein, Veränderungen desselben II. 752—758.
Neckar, Kalkgehalt I. 377; II. 1523.
St. Nectaire, Mineralquelle I. 373.
Nenndorf, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1749.
Neolith II. 308. — Bildung II. 310, aus zersetztem Feldspath II. 308 ff.
Nephelin I. 834. — Die alkalischen Theile in der Grundmasse mancher basaltischer Gesteine können dem N. zugehören II. 2257. — Analysen II. 2156 ff., 2258. — Davyn ist ein in Zersetzung begriffener N. II. 2259. — Kali wird bis auf eine Spur ausgeschieden und dagegen Wasser aufgenommen II. 2156—2157. — In Labradorgesteinen, augitischen, II. 635. — Umwandlungsproceſs in Gieseckit II. 2258, in Liebenerit II. 2258—2259, in Natrolith II. 2155, in Zeolithe, N. ist ganz besonders zu dieser Umwandlung geneigt II. 2262. — Vorkommen II. 2257.
Nephelinfels II. 635, 2256. — Die Alkalien enthaltenden Theile können nicht ausschlieſslich dem Nephelin zugetheilt werden II. 2262. — Analysen II. 2260. — Gemengtheile II. 2260—2261.
Neuffen, Bohrloch, ungewöhnliche Temperatur-Zunahme I. 139.
Neusalzwerk, keine Absätze im Bohrloche I. 632 u. 882—886. — Aufsteigende Soole aus dem Bohrloche daselbst I. 155—160, deren Geschwindigkeit I. 156, 633. — Kohlensäure-Entwicklung I. 252, 253, 267, 276, 278, 284, 287, 288, 289, 307, 319.
Niagara-Fall, vermindert sich II. 1619.
Nickel in Quellen II. 2080 ff. — In Steinkohlen II. 1901.
Nickelerze, zersetzen sich an feuchter Luft leichter und schneller als Kobalterze II. 1950, wobei sich basische Salze bilden II. 1951.
Nickelglanz, Vorkommen, Zersetzung und Zusammensetzung II. 1944.
Nickelocher, arseniksaures Nickeloxyd II. 1989. — Ein Zersetzungsprodukt des Antimonkupferglanz II. 1944.
Nickeloxyd, kieselsaures, kommt nicht als einfaches Silicat vor II. 1891. — Zersetzung durch Kohlensäure II. 1892 und Schwefelwasserstoff, und löst sich in Schwefelwasserstoff-Wasser auf II. 1899.
Nickeloxyd, kieselsaures, künstliches, Löslichkeit II. 1891. Zersetzung durch Kohlensäure II. 1892, durch Schwefelwasserstoff, löst sich aber nicht in Schwefelwasserstoff-Wasser auf II. 1899.
Nickeloxyd, kieselsaures, wasserhaltiges, mit Magnesiasilicat im Pimelith II. 1891.
Nickeloxyd, kohlensaures, im Wasser suspendirt wird von Schwefelwasserstoff zersetzt II. 2123.
Nickeloxydul, kohlensaures, künstliches, Löslichkeit und Zusammensetzung II. 2003.
Nickelsmaragd II. 2002.
Nickelvitriol II. 2015.
Nickelwismuthglanz II. 1937.
Niederkirchen, kohlensaurer Kalk in Gängen II. 174.
Niederlangenau, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1749.
Niederschläge, amorphe, Krystallisation I. 630.
Niger bildet ein Delta II. 1604.
Nigrin II. 1956.
Nil, Analysen seines Schlammes II. 1952. — Groſse Aehnlich-

keit mit den schwebenden Theilen des Rhein II. 1593. — Delta II. 1600. — Enthält Infusorien II. 1593. — Erhebung seines Bettes und des Landes von Aegypten II. 1596. — Scheint schwebende Kalktheile mit sich zu führen II. 1594.

Niobit II. 1959.

Niobsäure II. 1960.

Nontronit I. 801, 805.

Nordsee siehe unter Meer.

Northumberland, Kohlenformation, rein marinisch II. 1819.

Norwegen, arm an warmen Quellen I. 188.

Nosean, Schwefelsäure in ihm I. 545.

Nussierit II. 2010.

O.

Obsidian, Aehnlichkeit mit künstlich geschmolzenen Trachyten und Basalten spricht für dieselbe Bildungsart im Mineralreiche, ihr Vorkommen in Körnern im Perlstein und des Sphärulith ist aber nicht auf gleiche Weise zu begreifen II. 2222--2223. — Alkalien, Gehalt an ihnen im Vergleiche mit dem in Bimssteinen II. 2232. — Analysen II. 2205, 2206, 2208, 2225 ff. — Entstehung aus Lava II. 2205. — O., der durch Erhitzung leicht zu Bimsstein wird I. 2205. — Feldspathkrystalle in wirklichen O.-Strömen, ihre Präexistenz in strengflüssigen O. ist nicht denkbar II. 2223. — Löslichkeit II. 978. — Sauerstoffquotient II. 2246. — Jedes trachytische Gestein kann unter günstigen Umständen in O. übergehen II. 2231. — O. und Trachytporphyre, Beziehungen II. 2202—2203, 2213. — Umwandlungsprocefs des O. in Bimssteine II. 2205.

Ocean, atlantischer, Analysen II. 1553—1554.

Ocherabsätze, in ihnen im Allgemeinen viel weniger Kupfer und viel mehr Arsenik als in Quellwassern II. 2089.

Odessa, Bessarabische Limans II. 1718.

Oelerzeugendes Gas, ein Bestandtheil der Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1753.

Oerstedtit II. 1959.

Oetz, Analyse II. 1518, enthält sehr wenig kohlensauren Kalk II. 1623.

Okenit I. 785.

Oligoklas in augitischen Gesteinen II. 632—634. — In dioritischen Gesteinen II. 912, 920, (s. Kalkoligoklas). — Aus Granit, Analyse II. 2313. — Kalkgehalt II. 2315. — Aus Porphyren, Analyse II. 2331. — Uebergang, vollkommener, in Kaolin II. 920.

Olivenit II. 1990.

Olivin II. 672—692. — In augitischen Labradorgesteinen II. 635. — In Auswürflingen II. 678. — Ein charakteristischer Gemengtheil der Basalte, weniger in den Doleriten II. 677 ff., selten in Wacke, aber in basaltischen Conglomeraten und in Lava II. 678. — In Hornblendegesteinen II. 1495. — Auf Hüttenschlacken II. 684. — Kugeln vom Dreiser Weiher, Analyse II. 1495, enthalten neben O. ein Augit-artiges Mineral, Bronzit, II. 1496. — In der Lava war er im festen Zustande vorhanden II. 680—683. — Löslichkeit II. 978. — In Meteormassen II. 772. — Nickel ein constanter Bestandtheil II. 677. — Im Porphyr von Chageg II. 927. — O. und Titaneisen in benachbarten Basaltsäulen II. 592. — Umwandlungsprocesse II. 685 ff.: Ob eine Umwandlung in Glimmer stattfinden kann II. 691, in Serpentin II. 255, 256, 266 ff., 279, 289 ff. und 1468, was bei dieser Umwandlung aufgenommen und abgeschieden wird II. 267, 1494. — Ist strengflüssig II. 679 ff. — Im Syenit II. 684. — Ursprung II. 678—679. — Verhalten zu Säuren II. 677, 2175. — Verwitterter O. II.

687–688. — Bei der Verwitterung wird Magnesia fortgeführt II. 688. — Vorkommen II. 617. — Zersetzungen II. 685 ff., sind stets mit Ausscheidung von Magnesia verknüpft II. 1494. — — Zusammensetzung II. 676.
Olivindiorite II. 942.
Olivinkrystall von ungewöhnlicher Gröſse II. 1469.
Onkosin I. 845.
Onofrit II. 2021.
Oolithenkalk enthält Infusorien I. 955.
Oolithische Formation, Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit bewirkten Absätze II. 1615 ff.
Oosit, Umwandlungsproceſs nach Cordierit (?) I. 845; II. 263.
Opal II. 1229. — In Adern II. 1276. — In den Agatkugeln bildet er die erste Lage II. 1234. — Alkalien und alkalische Erden in ihm I. 777, 828; II. 1236. — Analysen zersetzter O. II. 1236, 1237 ff. — Auflöslichkeit in Kalilauge II. 1231 1232. — Die Basen im O. I. 828–829. — Bildung II. 1230, 1239. — Bindemittel mancher Sandsteine II. 1244. — In Drusenräumen II. 1277. — In Gängen II. 1276. — Im Hornstein II. 1234, — In kieseligen Bildungen bildet er den Endpunkt der Reihe II. 1225. — Kieselsäure und Eisenoxyd im O. constantes Verhältniſs zwischen ihnen II. 1240. — Magnesia in ihm II. 777, 828. — Mikroskopische Organismen in ihm II. 1252. — Mit Quarz II. 1233–1234. — Von Quarz unterschieden II. 1231. — Umwandlungsprocesse: nach Augit II. 556, nach Feldspath II. 302, in krystallinische Kieselsäure II. 1235. — Veränderungen II. 1236. — Verhältniſs des zersetzten O. zu Salzsäure II. 1232 ff. — Versteinerungsmittel II. 1230. — Wassergehalt, abweichender, II. 1229–1230. — Zersetzung, wodurch sie erfolgt II. 1238. — Zersetzbarkeit II. 1236. — Zusammensetzung des Holzopal II. 1231, 1289 ff.
Orbe, deren Quelle I. 22.
Organismen (siehe auch Substanzen, organische). In den grünen indischen Jaspissen II. 1252. — Kalk, phosphorsaurer, in ihnen I. 743. — Mikroskopische O., in mehreren kieseligen Bildungen II. 1252, deren Wirkung I. 979. — In den Moosachaten von Oberstein II. 1252. — Phosphorsaurer Kalk in ihnen I. 743. — Vorkommen in allen, Zersetzungsprocessen unterworfenen Gesteinen II. 802–803.
Organismus, er kann keine unorganischen Stoffe erzeugen I. 732.
Orinoko, sein Delta II. 1600.
Oroomiah, Salzsee in Persien, Analyse II. 1728. — Kochsalz, warum im O.-See mehr aufgelöst ist, als im Todten Meere II. 1728. — Salzbänke wechseln mit Sand- und Erdschichten im überflutheten Sande II. 1729. — Ungemein groſser Salzgehalt, Ursprung desselben II. 1729. — Steigen und Fallen des O.-See II. 1729. — Das Steinsalz in der Umgebung ist das reinste Kochsalz II. 1730. — Die Zusammensetzung ist ganz verschieden von der des Todten Meer II. 1728.
Orsova, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1749.
Orthit, Allanit und Cerit von derselben Zusammensetzung II. 1878. — Wechselnder Wassergehalt II. 1878.
Orthoklas (siehe auch Feldspath) die alkalischen Silicate werden nicht vollständig zersetzt I. 825. — In Graniten sind kalkhaltig II. 2314. — Kali und Natron in gleicher Menge in ihm II. 919. — Kohlensäure und Wasser die Hauptzersetzungsmittel I. 819 ff. — Umwandlungsproceſs nach Albit II. 314, in Glimmer II. 1432. — Zersetzung

in Kaolin I. 818, weitere Zersetzungen I. 826.
Ortsveränderungen nur durch Gewässer II. 224.
Osmium, gediegenes, Bildung II. 2061. — Als Oxyd mit Eisenoxydul und Chromoxyd im Irit II. 2061. — Vorkommen II. 2057, 2061, wahrscheinlich auch im Silber II. 2060.
Ostsee, (siehe Meer) Analyse II. 1561. — Der geringe Gehalt an festen Bestandtheilen kann nicht befremden II. 1561. — Strömung aus der O. in die Nordsee und umgekehrt II. 1562.
Oxyde, welche sich nicht höher oxydiren können II. 1221—1372. — Mineralische O. sind selten absolut unlöslich I. 875—876.
Ozokerit II. 1801, 1803.

P.

Paderquellen I. 16, 147 ff. — Kalkgehalt I. 377; II. 1523. — Temperaturverhältnisse I. 111—113 u. 149.
Palagonit II. 1025.
Palladium, gediegenes, Bildung II. 2061. — Mit Eisenglanz gemengt II. 2061. — Mit gediegenem Gold in Bitterspathgängen und Trümmern im Grünstein II. 2061. — Silbererze, welche aufserordentlich geringe Mengen P. in ihnen enthalten sein mögen II. 2071. — Vorkommen II. 2057, 2058, 2060, 2061, wahrscheinlich auch im Silber II. 2060.
Pambuk Kalessi I. 896.
Panzerthierchen, grofsartige Absätze durch dieselben hervorgebracht I. 981.
Paraguay bildet kein Delta II. 1601.
Pargasit II. 867. — Seine Bestandtheile theilweise Ursache der Bildung des Chondodrit I. 515. Fluor in ihm I. 514. — P. welcher sich in dem körnigen Kalk von Ersby eingeschlossen findet, Bildung I. 520. — Vorkommen I. 514.
Parisit II. 2004.
Pechkohle, Umwandlungsprocefs des bituminösen Holzes in dieselbe II. 765.
Pechstein I. 855. — Analysen II. 2220 ff. — Bituminöse Substanzen im P. II. 2220—2221. — Gemengtheile II. 2217, 2246. — Pflanzenüberreste, verkohlte im P. II. 2220—2221. — Umwandlung, wahrscheinliche, der Kalisilicate in Natronsilicate II. 2222. — Ihr bedeutender Wassergehalt und ihre organischen Ueberreste zeigen bedeutende Zersetzungsprocesse an II. 2221—2222. — Tritt bei Zersetzungsprocessen auf II. 168. — In ihrer Zusammensetzung sind sie den Trachytporphyren ähnlich II. 2221.
Pektolith I. 854.
Pelopsäure II. 1960.
Periklin, Kalkspath existirte vor ihm II. 2348—2349.
Perioden, geologische, ihre Gröfse II. 983.
Perlstein I. 855. — Analysen II. 2218 ff. — Gemengtheile II. 2217. — Schliefsen sich den Feldsteinporphyren an II. 2222. — P. und Trachytporphyre, Beziehungen II. 2202—2203, 2246. — Ein Zersetzungsprodukt I. 766. — Sind in ihrer Zusammensetzung den Trachytporphyren ähnlich II. 2221.
Petersthal, Mineralquelle enthält kein Kali I. 405.
Petrefacten siehe Versteinerungen.
Petroleum, Quellen II. 1748. — Zersetzungsprodukt vegetabilischer Substanzen II. 1801, 1803.
Pfäffers, heifse Quellen I. 229—232.
Pfähle, versteinerte, in der Themse II. 1807.
Pfeifenstein I. 802, 855.
Pflanzen, Alkalien werden von ihnen gesammelt I. 754. — Auf basaltischem Boden gewachsene Pfl. enthalten eben so viel

Kali, als solche, von einem kalireichen Boden II. 703. — Faulende Pfl. entwickeln nur wenig von ihrem Schwefel II. 2128. — Das Fluor in denselben I. 747. — Auf Gesteinen ohne organische Ueberreste II. 98. — Kali wird von ihnen mehr als Natron aufgenommen I. 860, 863, 866. — Kaligehalt I. 861. — Kali, phosphorsaures, in ihnen I. 748. — Kohlenstoff würde ohne sie auf Erden nicht existiren II. 72. — Natrongehalt I. 861. — Phosphorsäure wird von ihnen gesammelt I. 754. — Salpetersäure scheint von ihnen zersetzt zu werden II. 129. — Silicate in ihnen I. 772–773. — Pfl. und Thiere sind die Sammler der Bestandtheile des Meeres I. 984. — Unorganische Bestandtheile, deren Menge ist in den verschiedenen Vegetationsperioden qualitativ und quantitativ verschieden II. 1390—1391. — Zersetzen Kohlensäure II. 29ff., 98ff. (Siehe Land- und Meerpflanzen).

Pflanzen, Meerpfl., Alkaligehalt I. 862. — Einflufs auf Bildung und Umänderung der Absätze I. 865. — Chlormagnesium wandelt sich durch ihren Einflufs in kohlensaure Magnesia um II. 1556. — Kali- und Natrongehalt I. 862. — Zersetzte Meerpfl. liefern den sedimentären Formationen wenig Alkalien I. 866.

Pflanzen, vorweltliche, (siehe auch Substanzen, vegetabilische). Incrustirt durch Kieselsäure und kohlensauren Kalk II. 1843.

Pflanzenabdrücke in Eisenerzen, Analyse II. 1832. — Im Schieferthon II. 1814.

Pflanzenreich, Circulation der Alkalien in demselben I. 856—859. — Processe in ihm fordern ein gewisses Maafs von Wärme II. 1213 ff., sind denen im Mineralreiche ähnlich II. 892 ff., 1391. — Pfl.- und Thierreich, welches früher auf Erden erschienen ist II. 1002. — Uebergang der Bestandtheile des Apatit in dasselbe I. 746.

Pflanzensubstanzen, Verkieselungen II. 1241 ff.

Pharmakolith, Bildung II. 1354, 1987 ff. — Umwandlungsprocefs nach Realgar II. 1988—1989. — Vorkommen II. 1354, 1987 ff.

Phillpsit I. 844.

Pholerit I. 801.

Phonolith II. 2136 ff. — Alkalien in frischem und zersetztem Ph. I. 406. — Analysen II. 2139 ff. — Braust nicht mit Säuren I. 239. — Feldspathkrystalle, glasige, im Ph. sind ebenso zusammengesetzt wie der durch Säuren unzersetzbare Theil des Ph. II. 2141. — Glasiger Feldspath (?), in einem Ph. II. 2147, 2200 — Feldspathiger Theil der Ph., Analysen II. 2142 ff. — Ph.-Fragmente in Basalten und Tuffen II. 2138. — Gemengtheile II. 2136—2137. — Kieselsäuregehalt des unveränderten und veränderten Ph. I. 763. — Lava ähnlich dem Ph. II. 2200 ff. — Mit Leucitgesteinen in inniger Verknüpfung II. 2301—2302. — Mineralien, wasserhaltige, aus denen der feldspathige Theil der Ph. hervorgegangen ist, früher können sie ganz aus ihnen bestanden haben II. 2174—2175. — Oligoklas in einigen Ph. II. 2146. — Salze enthaltend I. 474. — Sauerstoffquotient II. 2247. — Mit Thonschiefer, der unverändert ist, in Berührung II. 2303. — Ph., als Trachyte gemengt mit zeolitischen Substanzen zu betrachten II. 2247. — Uebergang der Ph. in Trachyte II. 2247. — Verwittern schwierig II. 2137. — Vorkommen der Ph. auf der Rhön II. 2138. — Zeolithischer Theil der Ph., Analysen II. 2142 ff., ist ein Gemeng mehrerer Zeolithe II. 2147, 2148, 2160. — Zeo-

lithische Substanzen, eine eigenthümliche aber nicht wahrscheinliche Bildungsart II. 2152 ff., ihre unzweifelhafte Bildung und ihr Vorkommen in Drusenräumen von Ph. II. 2147, 2155. — Ihr zeolithischer Theil ist dem Natrolith ähnlich II. 2155. — Zersetzung der Ph, wie sie erfolgt II. 2148 ff., ist mit Zunahme der Kieselsäure und des Kali und mit Abnahme der Thonerde und des Natron verknüpft II. 2148, der Zersetzungsprocefs in verschiedenen Stadien II. 2149, scheint in einer theilweisen Umwandlung des zeolithischen Theiles in den feldspathigen zu bestehen II. 2150.

Phonolith, trachytischer, Gemengtheile II. 2137, verwittern schneller als die Ph. II.2138.

Phosphate, jüngste Gangbildung II. 1875.

Phosphorochalcit II. 2008—2009.

Phosphorsäure in Gesteinen I. 695-700. — Mineralien, welche sie enthalten I. 693—694, deren Bildung I. 701—707. — Prüfung auf sie I. 699 ff. — Findet sich am häufigsten mit Thonerde verbunden I. 705, selten mit Magnesia I. 706. — Verwandtschaften I. 712—713.

Photicit I. 814.

Pietra mala, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1748.

Pikrophyll I. 777.

Pikrosmin I. 777. — Steht dem Serpentin nahe II. 1493.

Pilatusberg II. 1809.

Pimelith II. 1891.

Pinguit I. 804, 805.

Pinit I. 487, 488. — Analysen II. 1461—1462. — Kann keine ursprüngliche Bildung sein II. 382 ff. — Umwandlungsprocesse: nach Augit II. 600, nach Cordierit II. 377—378, in Glimmer II. 263, 377—378, 1460, nach Labrador II. 1460. — Vorkommen I. 849. — Zusammensetzung II. 391, Schwankungen in derselben II. 378. — Seine Zusammensetzung kommt mit der des Glimmer nahe überein II. 379, 391, Nachtheil vorgefafster Meinung II. 380.

Plagionit II. 1939.

Planorbis in Schwefel umgewandelt II. 154.

Platin, die Alluvionen sind in der Regel reicher an P. als die Gebirgsgesteine II. 2062. — Eisen, Vorkommen mit P. ist bemerkenswerth II. 2059. — Gold und P. gleich verbreitet II. 2058. — Gold und P. waren in löslichen Verbindungen vorhanden II. 2058. — Gold, Silber und P. erscheinen als gegenseitige Begleiter II. 2060. — Silber ist immer platinhaltig II. 2058. — Kommt nicht in feinem Staube, sondern in Körnern im aufgeschwemmten Lande vor, was sehr schwierig zu erklären ist II. 2060. — Verbindungen, lösliche, des P., Winke zur Anstellung von Versuchen zur Entdeckung derselben II. 2059. — Vorkommen in Verbindung mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Eisen, Kupfer, Blei und Silber II. 2057, gemengt mit Osmiumiridium, Gold, Titaneisen, Chromeisen, Hyacinth, Spinell und Quarz II. 2057, meist im aufgeschwemmten Lande, selten auf Brauneisenstein und Quarzgängen II. 2057, noch seltener in Grünstein und Serpentin eingesprengt II. 2057, nie in Gängen II. 20, in verschiedenen Mineralien und Gesteinen II. 2058.

Platin, gediegenes, in Silbererzen in aufserordentlich geringen Mengen enthalten II. 2071.

Platinerz, grofse Klumpen II. 2061.

Plinthit I. 801.

Plumbocalcit, kohlensaurer Kalk mit kohlensaurem Bleioxyd II. 2002.

Plutonische Ansichten, Widersprüche in ihnen I. 603 ff.

Po, sein Delta II. 1600, Verlän-

gerung II. 1604. — Durch ihn werden ausgedehnte Seen und Sümpfe ausgefüllt II. 1536.

Polirschiefer aus Schalen der Panzer-Infusorien bestehend I. 977.

Polyargit I. 802.

Polybasit II. 1947. — Mit gediegenem Silber II. 2066, wird nicht durch Wasserdämpfe reducirt II. 2069.

Polyhalit I. 841. — Umwandlung nach Steinsalz II. 1683 ff. — Das einzige zusammengesetzte Salz als Verdrängungs-Pseudomorphose II. 238.

Polykras II. 1962.

Polymignit II. 1959.

Polythalamien oder Nautiliten, ihre schnelle Entwicklung und Gröſse I. 978. — In der Kreide I. 977. — Nehmen groſse Mengen Wasser auf I. 978.

Pont natif de St. Allyre I. 891.

Poonahlit I. 854.

Porcellanspath, Umwandlungsproceſs in Kaolin I. 819.

Porla, Quellwasser, dessen Analyse I. 402.

Porosität durch Brausen aufgegossener Säuren kennbar I. 238. — P. der Gesteine, eine sehr allgemeine Eigenschaft I. 242. — Durch eine reiche Vegetation kennbar I. 239. — P. der Mineralien, ihre Veränderung II. 485. — Versuche dieselbe in einem Gesteine wahrzunehmen I. 240. — Verwitterung ein Kennzeichen derselben I. 237.

Porphyr, (siehe auch Feldstein-P. und Schalstein-P.). Bildung, eruptive, Bedenken gegen sie II. 321, 346. — Braust nicht mit Säuren, wenn er nicht Kalksilicat-haltende Mineralien enthält II. 480. — Von Chagey II. 926—928, dessen Feldspath ist nicht Andesin, sondern Oligoklas II. 927. — Chlorcalcium in ihm I. 565. — Feldspathkrystalle in ihm II. 318. — Gewicht, specifisches, II. 943. — Glimmer im P., durch metamorphische Processe auf nassem Wege gebildet II. 335, Glühverluste II. 928. — Grundmasse, deren Zusammensetzung II. 927 ff. — Geht in Mandelstein über II. 928. — Feldsteinp. der Lenne-Gegenden II. 317. — Massige P. aus gröſseren Erdtiefen abstammend II. 320, aber nicht die schiefrigen II. 320. — Keine plutonische Metamorphose II. 325, 326. Bedenken dagegen II. 337 und ihre Beseitigung II. 338 ff. — Metamorphose und Ausscheidung des Feldspath auf nassem Wege II. 327 ff., 331 ff. — Mikroskopische Organismen in ihm II. 1252. — Quarzausscheidung erfolgt nicht durch Hitze II. 326, 330. — Quarzkrystalle in ihm II. 318. — Schalstein-P. II. 336 ff. — Schieferreste in ihm II. 319. — P. des thüringer Wald gehoben II. 768. — Uebergang in Serpentin II. 928, vom Syenit zum Diorit II. 928. — Versteinerungen in demselben II. 321—322 zugleich mit Feldspath II. 322. — P. mit einer Versteinerung nicht eruptiv II. 323. — Zersetzter P. I. 432. — Zinnstein in ihm II. 2032.

Porphyr, antiker, grüner, II. 641.

Porphyr, quarzführender, II. 1297, in einem zersprungenen Quarz neue Quarzmassen II. 1322—1323.

Porphyr, schiefriger, Feldspathe und Quarze in demselben II. 320. — Deren Mächtigkeit ist gering II. 324. — Eine Umwandlung des Thonschiefer, oder von gleichzeitiger Entstehung II. 317, 323, dagegen II. 323, 324.

Porphyrartiges Gestein Schichten im Thonschiefer bildend II. 344.

Powder-Fluſs, Analyse seines Absatzes II. 1594.

Prasem, Glühverlust II. 1226. — Umwandlung nach Kalkspath II. 1299—1304.
Praseolith, Umwandlung nach Cordierit II. 374.
Prasilit steht dem Serpentin nahe II. 1493.
Predazzit II. 1014 ff. — Viel Magnesia in ihm II. 1049, Gurofian? II. 1015.
Prehnit, Fundorte II. 945. — Kupferoxydul in ihm II. 1890. — Löslichkeit II. 978. — Im Melaphyr II. 657. — Umwandlungsprocesse nach Analcim II. 945, nach Laumontit II. 2159, nach Leonhardit und Natrolith II. 945, setzt die Aufnahme von Kalksilicaten voraus II. 946, 2160. — Vorkommen in Drusenräumen von Hornblendegestein II. 945, in Gängen im Grünstein II. 947.
Prehnit, pseudomorpher, II. 946.
Prehnitgänge in Grünsteinen II. 947.
Processe der Auflösung und Ausscheidung I. 254.
Processe, chemische, von kurzer Dauer, können unmöglich erscheinen, aber möglich werden, wenn sie sehr lange anhalten II. 2070. — In der Erdkruste auf nassem Wege I. 353—401. — Im organischen und unorganischen Reiche II. 1214. — Mit Quarzausscheidungen II. 1297.
Processe, metamorphe und hydrometamorphe, Beweise für die Bildung des Dolomit durch dieselben II. 1143. — P., metamorphe, die nicht fortschreiten II. 335. — Der kohlensaure Kalk bedingt viele II. 1209. — Auf nassem Wege II. 984 u. 987—988.
Processe, plutonische und plutonisch-metamorphische, ihre Annahme artet bis in das Lächerliche aus II. 334. — Unabhängig von den Atmosphärilien II. 1373.
Processe, pseudomorphe, beginnen mit Aufnahme von Wasser I. 848. — Im Granit I. 846.
Processe, umwandelnde, mit oder ohne Verlust der Form II. 200—202.
Produkte, gallertartige, I. 759.
Produkte, verdrängende, mechanische, II. 1688.
Protogyn, Analyse II. 2309.
Pseudomorphosen, Affinitäts-Verhalten II. 241—242. — Ansichten über ihre Entstehung II. 250 ff., 282 ff. — Aufnahme des Wassers bildet ihren Anfang I. 830. — Sie gehen theils von aussen nach innen, theils umgekehrt von Statten II. 190, 226, 340. — Bedeutung für die Geologie II. 71, 257 ff., 274. — Bildung II. 187—256. — Bildungsart II. 209. — Classifikation II. 236 ff. — Eintheilung in Umwandlungs- und Verdrängungs-Ps. II. 187—256, ist eine naturgemäfse II. 242. — Wie man ermitteln kann, ob eine Aufnahme oder ein Verlust von Stoffen stattgefunden habe II. 266. — Die Ps. des Feldspath nach Zeolithen zeigen eine Umwandlung wasserhaltiger Mineralien in wasserfreie II. 2170. — Ps. häufig das einzige Hülfsmittel zur Erforschung der Umwandlungs- und Verdrängungs-Processe II. 273, 278, 279. — Kalksilicate werden aufgenommen, und Wasser theilweise abgeschieden nur bei den Ps. des Prehnit nach Analcim, Leonhardit und Natrolith II. 946, 2160. — Künstliche Ps. II. 198—199. — Sind mit künstlichen, chemischen Processen zu vergleichen II. 191 ff. — Sie gehen langsam vor sich II. 192. — Magnesia wird häufig bei ihnen aufgenommen I. 789—790. — Ps. des Mineralreiches II. 186 ff., deren Bedeutung II. 3—5. — Erfolgen nur auf nassem Wege I. 635, 789; II. 209, 224. — Das neue Mineral hat seine eigene Form oder nicht II. 208 (Zahl der Fälle) II. 208,

209. — Erfolgen nicht auf plutonischem Wege II. 211 u. 216 —219, 1259, 1329, 1330, 1365. — Poröser Zustand der Pseudomorphosen II. 228. — Ihre Processe und Bezeichnung durch chemische Formeln II. 256. — Verschiedene Processe neben einander II. 368. — Ihre Processe sind chemische II. 191. Quantitative Verhältnisse, deren schwierige Ermittelung II. 271. — Stöchiometrische Verhältnisse II. 257—283. — Ps. nicht durch Sublimation II. 220 —222.

Pseudomorphosen, Umwandlungs-Ps. (siehe Processe, metamorphe u. s. w. und Umwandlungen) II. 196—197. — Ansichten, frühere, widerlegt II. 213—215. — U. dimorpher Substanzen in einander II. 1039 ff., 1363. — Mineralien, zusammengesetzte, unter ihnen II. 239. — Die Processe, wodurch sie entstehen, sind zusammengesetzter als die, welche Verdrängungs-Pseudomorphosen hervorrufen II. 238, Folgerungen hieraus II. 239. — Stoffe, welche bei ihnen eine wichtige Rolle spielen II. 243. — Fremde Stoffe treten bei ihnen zu II. 260. — Vorkommen II. 243. — Der Uralit bietet das erste Beispiel dar, dafs Afterkrystalle Spaltungsflächen haben II. 537, dagegen II. 537. — Ihr Vorkommen II. 187—256, wo die meisten Gewässer circuliren II. 244—245. — Wasser wichtig bei ihnen II. 243, Wasseraufnahme bei denselben II. 225, 255, schon vorhandener Wassergehalt II. 225. — Wo und wie die Ps. erfolgen II. 268 u. 270. — Je mehr Zersetzungsprocesse erkannt werden, desto mehr können Verdrängungs-Pseudomorphosen in die Klasse der Umwandlungs-Ps. übergehen II. 1501. — Unter ihnen finden sich mehrfach zusammengesetzte Silicate II. 238. — Zellenbildung II. 1198. — Enge capillare Zwischenräume II. 227.

Pseudomorphosen, Verdrängungs-Ps. II. 194—195. — In schwer zu durchdringenden Gesteinen weit langsamer als in Gangspalten u. s. w. von Statten II. 983. — Eisenoxydhydrat auf solchen II. 205—207. — Sind Mineralien, welche meist aus sehr wenigen Bestandtheilen bestehen, und gröfstentheils in Gewässern vorkommen II. 238, 313 ff. — Wie die Verdrängung zu denken ist II. 1144, 1145. — Lassen sich auf Wirkungen der einfachen Wahlverwandtschaft zurückführen II. 194, 237. — Warum bei ihnen mehr fort- als zugeführt wird II. 229. — Völlige Verdrängung von Mineralien, so des Kalk- und Flufsspath II. 223, 278. — Vorkommen II. 244, mitten im Gestein II. 245.

Pseudotriplit II. 2006.

Psilomelan, Baryt nicht immer in ihm I. 420. — Scheint in Baryt-haltigen Manganerzen vorzukommen I. 433. — Bildung I. 421. — Viel Mangansuperoxyd in ihm I. 422. — Umwandlungsprocefs nach Barytspath I. 433, 635; II. 1367, nach Flufsspath I. 433; II. 1368, nach Würfelerz I. 433; II. 1325 ff., 1368. — Vorkommen I. 421.

Puits de Neyrac I. 250.

Puits de la ponte I. 250.

Punterbrunnen, Analyse I. 359.

Puzzolane II. 2241 ff. — Zusammensetzung zweifelhaft II. 2242.

Pyknit I. 503 u. 505. — Bildung I. 505. — Umwandlungsprocefs nach Kryolith I. 503.

Pyknotrop II. 494—495. — Bildung aus Feldspath II. 1480, aus Serpentin II. 1483, 1486.

Pykropharmakolith II. 1988.

Pyrallolit I. 516 ff. — Kohlensaurer Kalk bildet sich durch

ihn I. 520. — Umwandlungsprodukt des Augit I. 517—518.
Pyrargillit, Umwandlungsprocefs nach Cordierit II. 375.
Pyrmont, Erhebungsthal I. 295. — Kohlensäure-Entwicklung I. 261, 283, 287, 296, 298, 299, 304, 305, 319.
Pyrochlor I. 483, 486. — Vorkommen und Zusammensetzung I. 1961 ff.
Pyrolusit (siehe Braunstein und Mangansuperoxyd). Alkalien in ihm II. 811, von zesetztem Sphärosiderit herrührend II. 825. — Bildung aus Bustanit II. 559. — Bildg. auf Kosten atmosphärischen Sauerstoffs II. 558, 811, durch Zersetzung ven Manganoxydulsilicaten nnd Oxydation des Manganoxydul, auch aus kohlensaurem Manganoxydul II. 558. — Umwandlungsprocesse nach Bitterspath II. 1180, 1367, nach Kalkspath II. 1179, 1207—1208, 1367, nach Manganit II. 1368, nach Zinkspath II. 1991, wie diese Pseudomorphose erfolgt ist II. 1991. — Vorkommen in Drusenräumen I. 815; II. 558. — Zersetzung des Rhodanit in denselben II. 557—558.
Pyrolusit, wasserhaltiger, I. 426.
Pyromorphit, Umwandlungsprocesse: in Apatit II. 2012, nach Bleiglanz II. 242, 1928, 2009, in Bleiglanz II. 1931, 2009, wie diese Umwandlung zu denken ist II. 2010, nach Bleioxyd, kohlensaurem, II. 1930, 2009, in Brauneisenstein II, 1338—1339, in Chalcedon II. 1319, 2010, in Kieselzink II. 1881, 2010. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 2009.
Pyrop (rother Granat) umgewandelt in Talk I. 793; II. 89 u. 496.
Pyrosiderit, Wassergehalt II. 1349.
Pyrosklerit, steht dem Serpentin nahe II. 1493.
Pyrrhit II. 1884.

Q.

Quadersandstein, ungleichartige Verwitterung II. 341.
Quarz, (siehe kieselige Bildungen). Q. in den Agatkugeln der Drusenräume krystallisirte nach dem Schliefsen derselben II. 1234. — Die Atmosphärilien haben keine Wirkung auf ihn II. 1215 u. 1220. — Die Ausscheidung II. 336, durchläuft alle Bildungsperioden II. 1322 ff., in allen Gang-Formationen II. 1323. — Ausscheidung aus Gesteinen auf feuerflüssigem Wege nicht möglich II. 2250 ff. — Ausscheidung, deren Processe, II. 1297. — Die Berührung mit anderen Mineralien befördert die Verwitterung II. 1267. — Bildungen II. 1269—1299 desselben schreiten noch fort II. 1296. — Seine Bildungsart ist stets eine gleiche II. 1294. — Bildung ist meist die letzte II. 1294 ff. — Bildungen sind blofs von zersetzten Gesteinen abzuleiten II. 2352. — Den Bleiglanz verdrängend, das Genetische hierin II. 1316. — Wie er chemisch nachzuweisen ist II. 1270. — Geht in ein Conglomerat über II. 1271. — Eisenerze durch ihn verdrängt II. 70, 1304, 1325. — Eisenerze und Quarz, eine Parallele zwischen ihnen II. 1341. — Eisenkies in Pseudomorphosen II. 1308. — Q. und Epidot in Drusen der Mandelsteine II. 655. — Kann kein Erstarrungsprodukt sein II. 1298. — Tritt in Erzgängen in grofsem Maafsstabe auf II. 1307. — Q. und Feldspathe im schiefrigen Porphyr II. 320. — Feldspathe, wie viel Q. durch ihre Zersetung ausgeschieden wird II. 1287. — Flufsspath-Oktaëder, spätere Bildungen auf ihnen mit Quarz II. 1311. — In Formen verschiedener Mineralien II. 1299. — In Gängen des Q. Magneteisen II. 584. — In Gängen II. 1276,

am häufigsten in der Grauwacke und im Thonschiefer II. 1276, in Krystallkellern II. 1277. — Ein Zersetzungsprodukt von Feldspath II. 302 und feldspathiger Masse II. 335 ff. — In Gebirgsgesteinen II. 1270. — In Gesteinen, welche Silicate als wesentliche Bestandtheile enthalten II. 1278. — Ragt über Glimmerschiefer hoch hervor II. 1271. — Im Granat II. 482. — Im Granit, später als Feldspath gebildet II. 1291, keine pyrogenetische Bildung II. 1290. — In der Grauwacke II. 1276. — In der Grundmasse der Melaphyre II. 652. — Haubenquarz, Bildung II. 1284 ff. — Nicht in Hüttenschlacken II. 1290. — Die Krystallisation der anderen Mineralien nie durch Q. beschränkt II. 1292. — Krystallinischer Q. in Sandsteinen II. 1273 ff. — Nicht in Lava, nur Rollsteine darin II. 731, 733, 753, 1290. — Luftblasen in ihm II. 1146. — In verschiedenen Modifikationen II. 1223. — Lager von demselben und Thonlager sind Aequivalente II. 1288. — Mineralien in Formen desselben II. 1258 ff. — Rührt vom Nebengestein her II. 1277. — Mit dem Nebengestein verwachsen II. 1323. — Mit Opal II. 1234. — Q. und Opal, Gemengtheile des Chalcedon II. 1243. — Pseudomorphosen II. 1245, nach Kalkspath II. 1146, nach Scheelit II. 1319. — Salze in ihnen II. 1310. — Im Schieferthon II. 1276. — Surfusionszustand zur Rettung der plutonischen Hypothesen II. 1293 ff. — Im Thonschiefer II. 1276. — Umwandlungsprocesse II. 1245: nach Baryto-Calcit II. 1309, nach Barytspath I. 635 u. II. 1307, nach Bitterspath II. 1148, 1304, nach Bleiglanz II. 1313—1319, 1931, nach Bleioxyd, kohlensaurem, II. 1305, 2001, in Brauneisenstein II. 1259 u. 1337, nach Eisenglanz II. 1260 und 1319 ff., nach Eisenkies I. 932; II. 1259, 1260 u. 1319 ff., nach Eisenspath II. 1260 u. 1304, nach Flufsspath I. 607; II. 1309—1313, ein grofsartiger Procefs II. 223, 1310 ff., 1313, nach Gypsspath II. 1306, nach Heulandit II. 1320, nach Kalkspath II. 1146 u. 1299—1304, diese Pseudomorphose kann nur auf nassem Wege von Statten gegegangen sein II. 1146, nach Kieselzinkerz II. 1305, 1880, nach Scheelit II. 1319 ff., 1977, in Speckstein II. 1114, 1261—1269, 1480, 1501, nach Stilbit II. 1320, in Wernerit (?) II. 418, nach Wolframit II. 1971, nach Zinkspath II. 1305, 1880. — Die Vegetation befördert die Verwitterung II. 1267. — Ein Versteinerungsmittel II. 230. — Seine Verwitterung II. 1266, Ursache derselben II. 1267. — Vorkommen II. 1269—1299. — Wasserblasen in ihm II. 1146. — Ein Zersetzungsprodukt von Silicaten II. 1295, 1298.

Quarz, derber, Faser- und Rasenquarz Glühverlust II. 1225—1226.

Quarz, farbiger, II. 1290.

Quarz, mürber, II. 753.

Quarz, opalhaltiger und opalfreier II. 1241.

Quarzbrocken mit dünnen, verglasten Ueberzügen II. 757.

Quarzbrockenfels II. 1272.

Quarzfels mit Glimmer II. 1270.

Quarzformation, edle, II. 1872.

Quarzgänge auf nassem Wege entstanden I. 607, 881, 882. — Ragen oft hoch über die Grauwacke hervor II. 730.

Quarzit II. 1273, mit Kalksteinen in inniger Verknüpfung II. 2345.

Quarzkrystalle, Bildung aus Flüssigkeiten II. 1278-1282, Bedingungen II. 1280 ff. — Bildung, künstliche, II. 1279-1282. — Bildung, pyrogenetische, nicht möglich II. 1287, die Bildg. schreitet

ununterbrochen fort II. 1285. — Chlorit zwischen zwei Q.-Krystallen II. 1285. — Einschlüsse in Q.-Krystallen II. 1287 ff., Beweise ihrer Bildung auf nassem Wege II. 1288. — Gebogene Q.-Krystalle II. 1285—1286. — Der kleinste Q.-Krystall ist nie auf pyrochemischem Wege entstanden II. 1287. — Verwachsung mit anderen Mineralien II. 1289. — Vorkommen grofser Q.-Krystalle in Gängen und Drusen, und kleiner in Gebirgsgesteinen, Contrast in Beziehung auf dieselben II. 1286.

Quarzlager, mächtige Bildungen von ihnen II. 1324.

Quarzschiefer geht in Glimmerschiefer und in Gneifs über II. 1272, 1456.

Quecksilber, gediegenes, wahrscheinlich meist aus Zinnober hervorgegangen II. 2072.

Quecksilberhornerz II. 1933 ff., 2020.

Quecksilberoxyd, antimonsaures II. 1987.

Quecksilberoxydul, salpetersaures, seine Existenz zweifelhaft II. 1934.

Quellen, Absätze aus denselben I. 874 u. 905. — Im Ahrthal I. 144. — Allgemeines über dieselben I. 897—899. — Arsenik in ihnen I. 659; II. 2079, das häufige Vorkommen desselben ist von Bedeutung II. 2042, Ursprung II. 2090. — An dem Ausgehenden der Gänge werden sie häufig gefunden II. 796. — Q. aus Bächen und Flüssen, welche versinken I. 10. — Baryt in ihnen I. 416 u. 422, Barytsalze II. 2103, 2104, 2105. — Bestandtheile I. 227—232 u. 353, betragen in ihnen nie so viel als in den Salzsoolen I. 231, feste und gasförmige Best. I. 227—243, sind theils in Gesteinen schon vorhanden, theils werden sie durch deren Zersetzung gebildet I. 230 ff. und 369. — Q. und Brunnen, Ursprung der Kohlensäure I. 338. — Chlorüre in denselben I. 458—461. — Q. des Donnersberg, Armuth derselben I. 560, süfse Q. I. 558—559. — Eisen und Mangan, ihr Ursprung in denselben I. 410—411. — Eisenkies, dessen Ursprung I. 917—919. — Eisenocher-Absätze in grofsen Quantitäten I. 904. — Ihre Entstehung I. 7 u. 227. — In Erhebungsthälern I. 49—50. — Q., welche die Erze abgesetzt haben, scheinen nicht wie unsere dermaligen Arsenik als prädominirendes Metall enthalten zu haben II. 2089. — Fluorcalcium in denselben I. 492. — Q., welche aus Flüssen entstehen I. 8—9, deren Temperaturverhältnisse I. 105—107. — Am Fusse des Teutoburger Waldes I. 11—24. — Gasentwicklung aus denselben I. 154. — Nicht auf dem Gipfel der Berge I. 38. — Q. von Gletschern I. 31—33, deren Temperaturverhältnisse I. 121—122. — Die Granaten liefern denselben verschiedene Stoffe I. 449, der Granit ebenfalls I. 447. — Hervorkommen I. 7. — Q. Islands, Ursprung der Kieselsäure I. 763. — Kali, Ursprung desselben in ihnen I. 403—409. — Kalk, Ursprung in ihnen I. 412—413. — Kalkcarbonat, Maximum in denselben I. 376 u. 379, Minimum I. 376. — Neben Kalkcarbonat Kalksilicat in denselben I. 346. — Der Kohlensäuregehalt bedingt nicht allein die Menge der fixen Bestandtheile I. 229. — Kohlenwasserstoff-Exhalationen aus ihnen II. 1748. — Q. aus krystallinischen Gebirgsarten, nur in ihnen Alkalien I. 456. — Für die Landwirthschaft ist ihre Untersuchung von sehr grofsem Werthe I. 597—598. — Lithion in denselben I. 439—440. — Magnesia, Ursprung in denselben I. 412—413, kohlensaure M. in geringer Menge in denselben I. 453 — Mangan, des-

sen Ursprung in denselben I. 410—411. — Mangansuperoxyd nicht als solches in Q. I. 422—423. — Metalle enthaltend II. 2078 ff., 2090. — Mineralien, welche die Bestandtheile denselben liefern I. 393-401. — Natron, Ursprung in ihnen I. 403-409. — Natronsalze gegen Kalisalze vorherrschend II. 985. — Salpetersaure Salze in Q. II. 125. — Q. aus sedimentären Formationen, deren Bestandtheile I. 453. — Q. von Seen herrührend I. 30, deren Temperaturverhältnisse I. 121—122. — Stickgas-Entwicklungen aus denselben II. 105 u. 107. — Strontian in denselben I. 414. — Temperaturverhältnisse überhaupt I. 83—84 u. 561 ff. — Auf Teneriffa, deren Temperatur I. 39. — Turmalin liefert denselben verschiedene Stoffe I. 448. — Unterirdischer Lauf I. 7. — Zu Upsprung, überaus mächtige Q. I. 144, 148. — Um so wärmer, je tiefer ihr Ursprung I. 136.

Quellen, aufsteigende, I. 40. — Absätze in Spalten können nicht von ihnen gebildet werden I. 608, 630 ff. — Absätze in den Kanälen können nicht durch sie bewirkt werden, nur ein einziger Fall ist denkbar II. 1027. — Allgemeine Bedingungen für dieselben I. 54. — Erze werden von ihnen nicht abgesetzt I. 907. — Im Flötzgebirge I. 41 u. 43—44. — Gangmassen können sie nur unter selten vorkommenden Bedingungen bilden I. 887; II. 814 ff. — Zwischen geschichtetem und ungeschichtetem Gebirge I. 45—48. — Grofse Geschwindigkeit ihres Aufsteigens I. 156. — Kalte neben warmen I. 140. — Zu Lippspring I. 153. — Temperaturverhältnisse I. 134—137. — In ungeschichteten Gebirgen I. 51—53. — Unterirdische Communication zwischen verschiedenen aufsteigenden Quellen I. 144.

Quellen, eisenhaltige, verstopfen den Ausflufs von Mineralquellen I. 372.

Quellen, Gebirgsquellen, siehe Gebirgsquellen.

Quellen, heifse, Entstehung in den Alpen I. 130—132. — Kieselsäure-Absätze aus denselben I. 877—878.

Quellen, incrustirende I. 872, 873, 896.

Quellen, intermittirende, I. 74—76.

Quellen, kalte, Absätze aus denselben II. 815, von Kalkcarbonat I. 894—896, von Kieselsäure I. 879—881. — In den Umgebungen des Laacher-See I. 53.

Quellen, periodische, I. 18, 32, 33, 74—76.

Quellen, Schwefel-Q., siehe Schwefelquellen.

Quellen, siedend heifse, Kieselsäure in denselben I. 762.

Quellen, süfse, alkalische Silicate in ihnen I. 771 ff. — Aus Basalt und aus der Braunkohlenformation I. 549—550. — Ihre Bestandtheile lassen die löslichen Salze in den Gesteinen erkennen I. 597. — Des Donnersberg I. 558—559. — Erdige Silicate in ihnen I. 771 ff. — Gasentwicklung aus ihnen I. 344. — Kieselsäure in ihnen vorzugsweise an Kalk und Magnesia gebunden I. 510, 781. — Warum sie nicht selten eben so viel kohlensauren Kalk als Säuerlinge enthalten II. 1128. — Aus krystallinischen Gesteinen I. 548 u. 551—552. — Qualitative Prüfung I. 541.

Quellen, warme, (siehe Thermen), I. 83 u. 186—187. — Absätze aus denselben I. 891-893. — Die Chlorüre nehmen mit der Temperatur zu I. 147. — Definition I. 186. — Entstehung I. 189. — Temp.-Zunahme nach dem Innern, normales Verhältnifs I. 157. — Sind ganz allgemein verbreitet I. 188. — Veränderliche I. 190 ff. — Zeichnen sich keineswegs durch Reichhaltigkeit an Bestandtheilen aus

I. 232. — Zu Aberdeen I. 52, Aix les bains, Baden, Brida, Courmayeur, St. Didier I. 48, Driburg I. 49, Gastein I. 229—232, St. Gervaise, Grenoble, Herrenalb I. 48, Lavey I. 48, 132, Leuck I. 47, 48, 127, 129 ff., Liebenzell, Marienbad I. 48, Meinberg I. 49, Montiers I. 48, Münster am Stein I. 54, Naters I. 48, in den penninischen Alpen I. 47, Pfäffers I. 229—232, in den Pyrenäen I. 45, zu Pyrmont I. 49, Rothenfels, Saute de Pucelle I. 48, Wildbad I. 48 u. 52. — Ursprung warmer Q. I. 130 ff.

Quellwasser aus buntem Sandstein sehr rein I. 561.

R.

Räderthierchen, aufserordentliche Vermehrung I. 980.

Ragozi-Brunnen, Kohlensäure-Entwicklung I. 253.

Rapilli, deren rasche Zersetzung II. 1385.

Raseneisenstein, Absatz aus Gewässern I. 940 ff. — Bildung I. 455, 940 ff. — Gehört zu den jüngsten Bildungen I. 947. — Infusorien in ihm I. 946, deren Entwicklung ist eine coordinirte Erscheinung I. 947. — Vorkommen I. 940 ff.

Rauchtopas, Glühverlust, II. 1226.

Realgar, Umwandlungsprocefs in Pharmakolith II. 1988-1989.

Reaumur's Porcellan aus Glas entstanden II. 247.

Reelsen, Kohlensäure-Entwicklung I. 296, 297.

Remalit I. 777. — Steht dem Serpentin nahe II. 1493.

Resina, Kohlensäure-Entwicklung I. 294.

Retinalith I. 777. — Steht dem Serpentin nahe II. 1493.

Retinit seltener als Bernstein in Braunkohlen II. 1799. — Wie er sich aus Holz gebildet haben kann II. 1789, mit bedeutendem Verluste II. 1797.

Rhein, die Absätze oberhalb des Bodensee enthalten kohlensaure Salze II. 1581—1582, sie enthalten das Material zur Bildung des Kalkglimmerschiefer II. 1582, frühere Absätze des Rh., der Löfs II. 1582, Zusammensetzung II. 1583 ff., siehe Löfs. — Letzte Absätze des Rh., der Thon braust manchmal mit Säuren II. 1585, Analysen II. 1586, seine Absätze im Rheinthal II. 1619 ff. würden nach ihrer Erhebung durch ein Bindemittel Conglomerate, Sandsteine und eine dünne Thonschieferschicht liefern II. 1620. — Die Absätze in allen Perioden sind einander ähnlich II. 1586. — Analyse II. 1511. — Wie viel Austernschalen von dem durch den Rhein dem Meere zugeführten kohlensauren Kalk gebildet werden können II. 1524. — Sein Gerölle stürzte in das damalige Meer II. 1619. — Rhein-Geschiebe, Kalksinter auf denselben II. 1189. — Wie viel kohlensaure Magnesia er dem Meere zuführt II. 500, 1154. — Bedeutende jährliche Schwankungen im Gehalte oberhalb des Bodensee II. 1530. — Der Lauf des Rhein in früherer Zeit II. 1585, 1598. — Seine Mündung in das Meer nach der Erhebung des Schiefergebirges II. 1619. — Schwebende Theile, die Carbonate, welche in ihnen fehlen, finden sich im aufgelösten Zustand II. 1579, sind einem Dachschiefer in der Zusammensetzung ähnlich II. 1578, erscheinen als eine zeolithartige Masse II. 1577, nur die feinsten gelangen in das Meer II. 1617, Menge derselben II. 1575—1576, die suspendirten Kalktheilchen in den Bächen aus dem Kalkgebirge werden vom Rheinwasser aufgelöst II. 1579—1580, sie kommen nicht in das Meer, und können nicht im offenen Meere gedacht werden II. 1580, wie Thonschiefer aus ihnen entstehen kann II. 1578,

ihr Ursprung ist in den Gebirgen unterhalb der Schweizer-Seen zu suchen II. 1581. — Vergleichung der schwebenden mit den aufgelösten Theilen des Rhein II. 1579, Zertheilung, aufserordentlich feine, II. 1577, Zusammensetzung derselben bei Bonn und oberhalb des Bodensee II. 1576—1577. — Wassermenge bei Basel im Verhältnifs zu der des Bodensee II. 1530, bei Emmerich II. 1524.
Rheinbaiern, die Melaphyre daselbst II. 618—619.
Rhodalit I. 801.
Rhodium, gediegenes, Bildung II. 2061. — Vorkommen II. 2057, 1261, wahrscheinlich auch im Silber II. 2060.
Rhodonit I. 814. — R. und Bustamit, zersetzter, II. 871. — Zersetzung in Braunit II. 560, in Pyrolusit II. 557—558.
Rhöngebirge, Säuerlinge I. 244.
Rhone, Analyse II. 1513. — Ihr Delta II. 1600. — Von wie vielen Gletschern sie Wasser aufnimmt II. 1530. — Ihre bedeutenden jährlichen Schwankungen im Gehalte oberhalb des Genfersee II. 1530.
Riepoltsau, Mineralquelle, enthält eine Spur von Chlorkalium I. 405.
Riesengebirge, Säuerlinge I. 244.
River Red, Erhöhung seines Bettes II. 1535.
Roccamonfina, sein Krater ist einer der gröfsten II. 2284.
Rocky Hill, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1750.
Roisdorf, Kohlensäure-Entwicklung I. 249, 260, 307, 352. — Mineralwasser, dessen Analyse I. 381, enthält Kali I. 408.
Romeit II. 1987.
Roselan I. 802.
Roselit II. 1988.
Roth-Arsenik-Nickel II. 1951, oxydirt sich zu Nickelocher II. 1951.
Rothbleierz, Bildung, wahrscheinliche, II. 1983—1984. — Chromsaures Kali bewirkt in einer Lösung von kohlensaurem Bleioxyd in kohlensaurem Wasser eine intensiv gelbe Färbung II. 1984. — Ursprung von zersetztem Bleiglanz II. 1983. — Vorkommen II. 1982 ff., warum ein so seltenes II. 1985.
Rothbraunsteinerz I. 813.
Rotheisensteine, (siehe auch Eisenoxyd). Entstehung II. 1084. Feldspathkrystalle in ihnen II. 1063. — Hydratwasser, dessen Fortführung in gewöhnlicher Temperatur II. 1349. — Labradorporphyr, Verhalten zu R. II. 568 ff., 806, 1083. — Mandelsteine, Verhalten zu R. II. 1083. — Die rothe Farbe des R. läfst nicht unbedingt auf Abwesenheit des Wassers schliefsen II. 1349. — R. und Schalsteine, ihr Verhalten zu Grünsteinen und zu den Gesteinen des Schiefergebirges, evidente Beweise für die neptunische Bildungen II. 1059—1098. — Umwandlungsprocesse: nach Brauneisenstein II. 1345 ff., nach Eisenkies II. 1355, nach Eisenspath II. 1341 ff., 1344, ob die Umwandlung unmittelbar erfolgt II. 1345, nach Flufsspath II. 1337, nach Würfelerz II. 1353 ff. — Ein Vererzungsmittel II. 232. — Ob R. noch Wasser enthalten kann II. 1345. — Zweimaliger Wechsel der Substanz von braunem Glaskopf zu rothem und selbst zu Eisenglanz und von diesem wieder zu Eisenspath II. 1348. — Verhalten II. 2023.
Rotheisensteingänge und Zinnerzgänge, Verhalten II. 2023.
Rothgültigerz, Umwandlungsprocefs in Eisenkies II. 1339 ff., 1938, in Silber II. 2065, in Silberglanz II. 1934, 1938, in Strahlkies II. 1339 ff., 1938. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1937 ff.
Rothkupfererz, Umwandlungsprocefs in Brauneisenstein II. 1338 ff., 2047, nach Buntku-

pfererz II. 1924, nach Kupfer an der Atmosphäre II. 277, in Kupfer II. 2045, in Kupferlasur II. 2046, in Malachit II. 2045, in Stilpnosiderit II. 1339, 2047. — Vorkommen II. 2045.

Rothliegendes, Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit gebildeten Absätze II. 1614.

Rothspiefsglanzerz II. 2041.

Rothzinkerz, Umwandlungsprocefs nach Zinkblende II. 2043. — Vorkommen II. 2043.

Rubellan II. 1422.

Rubinglimmer, Wassergehalt II. 1349.

Rutherfordit II. 1958.

Rutil, (siehe Titansäure). Dem Titaneisen beigemengt II. 1957. Vorkommen und Zusammensetzung II. 2036—2037.

Rutschflächen II. 2094.

S.

Saalbänder im Basaltgang II. 762. — Von glasiger Lava II. 759.

Saatzen, Kohlensäure-Entwicklung I. 296, 297.

Sachsen, Turmalinfels daselbst II. 444.

Säuerlinge, (s. Kohlensäuerlinge). Bildung I. 271—273. — Gas, absorbirtes, in denselben I. 307. — Kalk- oder Magnesiasilicat kann nicht in ihnen existiren, wohl aber in süfsen Quellen I. 510—511. — Temperatur derselben keine Folge von absorbirter Kohlensäure I. 293—294.

Säuren, und Granaten, Verhalten II. 470. — S. und Halpopale, Verhalten II. 1233. — Nur Magnesiaglimmer wird von ihnen aufgeschlossen II. 1450 — S. des Schwefels I. 646—668.

Sahlit siehe Augit, in Speckstein umgewandelt II. 517, 518, 552.

Salmiak am Aetna II. 119. — In Central-Asien II. 120. — Am Hekla II. 119. — Im Kochsalz II. 116, 117. — Auf Lancerote II. 119. — Aus dem Salzrückstande des Meerwassers sublimirt II. 116, 121. — In den Solfataren von Puzzuoli II. 119. — In Volcano II. 119. — Aus Vulkanen überhaupt II. 119. — Aus Vulk. Asiens II. 120.

Salmiak-Sublimate bei Erdbränden II. 122.

Salpetersäure aus der atmosphärischen Luft durch elektrische Funken II. 123. — Deren Bildung auf Ceylon II. 111—112. — Im Hagel II. 111. — Im Regenwasser nach Gewittern II. 110. — Wird nicht im Wasser von Seen, Flüssen und Quellen gefunden II. 123 ff., dagegen II. 125, 126, 1511 ff.

Salzbilder, Chlor, Brom und Jod scheinen stets gegenseitige Begleiter zu sein II. 1949.

Salze, in der Ackererde, Zersetzung I. 596. — S. und deren Auflösung im Salzthon I. 166—168. — Gesteine imprägnirt mit denselben I. 146—147. — S., welche mit und ohne Krystallwasser krystallisiren I. 538—540. — S. von ungleicher Löslichkeit im Wasser I. 442. — S. im Meere, (siehe unter Meere), I. 571—572, ältere Ansichten über ihre Entstehung I. 580, neuere darüber I. 581—588, werden dem Meere durch Flüsse zugeführt I. 573, rühren in ihm von krystallinischen Gesteinen her I. 574—579.

Salze, alkalische, ihre Zersetzung im Meere durch Pflanzen I. 864—865.

Salze, antimonsaure, II. 1986 ff. — Wie sie entstehen können II. 2041.

Salze, arseniksaure, II. 1987 ff. — Sind vielleicht in Kalkabsätzen der Quellen zu finden II. 2091.

Salze, borsaure, und Borsäure I. 669—691. — Der Borsäure Verflüchtigung aus denselben I. 674. — Im Meere wahrscheinlich I. 688—689.

Salze, chromsaure, II. 1982 ff.

Salze, kieselsaure, siehe Silicate.
Salze, kohlensaure, I. 402—456; II. 1990 ff. — Absätze II. 812—813. — Auflösung durch Kohlensäure I. 279. — Bildung II. 1990ff.—Gebirge,aus Carbonaten bestehend, der gröfste Theil der Carbonate kehrt wieder aus ihnen im löslichen Zustande in das Meer zurück, nicht so aus den aus Thonschiefer bestehenden II. 1172, 1173. — In Gewässern I. 842, kohlensaurer Kalk ein Fällungsmittel derselben II. 1208. — In krystallinischen Gesteinen sind Zersetzungsprodukte I. 238. — Pseudomorphosen nach Kalkspath II. 1207. — Umwandlung in Silicate auf nassem Wege II. 789—790. — Verbunden mit einem Silicat I. 833. — Zersetzte kohlens. Salze, aus denselben Kohlensäure I. 349.
Salze, kohlensaure, alkalische; neben ihnen können alkalische Silicate existiren I. 825. — Von Kieselsäure beim Kochen zersetzt I. 822—823.
Salze, kohlensaure, metallische, werden durch Schwefelwasserstoff zersetzt, selbst diejenigen, deren Metalloxyde aus ihren Verbindungen mit stärkeren Säuren durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt werden II. 2123.
Salze, lösliche, in Dornsteinen wenige enthalten II. 1049.
Salze, molybdänsaure, II. 1975ff.
Salze, niobsaure, II. 1959 ff.
Salze, pelopsaure, II. 1959 ff.
Salze, phosphorsaure, I. 692 ff. Bildung I. 724, II. 2005 ff. — In den Excrementen I. 751. — Werden häufig von Fluorüren begleitet I. 707. — In allen Gewässern I. 740. — Menge der phosphors. Salze, welche Quellen auf die Erdoberfläche bringen I. 739. — Im organ. Reiche I. 708. — Resultate I. 755 ff. — Vorkommen im Mineralreiche I. 692 ff. — In vielen Gebirgsarten I. 695 ff., indirekter Beweis dafür I. 696.
Salze, salpetersaure, Bildung II. 111 auch aus Ammoniak und Ozon II. 112. — In Flüssen II. 126. — In Gewässern überhaupt II. 124. — Im Meere II. 126. — In Pflanzen II. 128. — Pflanzen scheinen sie zu zersetzen II. 129. — In Quellen II. 125. — Nicht in Salzsoolen und im Steinsalz II. 129. — Liefern den Pflanzen Stickstoff II. 128. — Vorkommen II. 111.
Salze, schwefelsaure, I. 529—645; II. 2011 ff. — Barytsilicat, Verhalten zu denselben I. 613. — Bildung in Solfataren II. 167, sind meistens die ältesten Bildungen unter den Metallsalzen II. 2011. — Fällung durch kohlensauren Kalk II. 1209. — In krystallinischen Gesteinen überhaupt I. 530 u. 564, in solchen in der Glühhitze I. 589-590. — In Lava I. 648. — Löslichkeit, sind meist leichtlöslich und kommen defshalb selten im festen Zustande vor II. 2011. — Metalloxyde, schwefelsaure, Bildung aus Schwefelmetallen II. 2011. — In Mineralien I. 531. — In dem Nebengesteine eines Barytspathganges I. 609. — Nicht aus dem Porphyr des Rheingrafenstein und in Quellen aus Syenit des Felsberg, aber in der Asche des auf ersterem gewachsenen Buchenholzes II. 177, 178. — Ihre Reduktion ist ein Akt der Vegetation II. 2127 ff. — Resultate I. 641 ff. — In Solfataren II. 168. — Zersetzung durch sauren, kohlensauren Kalk II. 1200—1202. — Zersetzungsprocesse derCarbonate und Phosphate der Alkalien und alkalischen Erden u. s. w. II. 2011.
Salze, tantalsaure II. 1959 ff.
Salze, vanadinsaure II. 1985.
Salze, wolframsaure II. 1962 ff.
Salzgebirge, Wasserzunahme in denselben I. 323—326.
Salzquellen genährt durch Bäche I. 200. — Aufsteigende S. in Westphalen, Temperaturverhältnisse I. 141.

Salzsee am Arsargar, Analyse II. 1742.
Salzsee, Bittersalzsee, am Kigatsch II. 1740.
Salzsee, Bogdo-See, II. 1741.
Salzsee, Elton-See, siehe Elton-See.
Salzsee, Great Salt Lake, II. 1744—1747.
Salzsee, Indersk'scher Salzsee, II. 1742.
Salzsee, Oroomiah-See, siehe Oroomiah-See.
Salzsee, Rother, bei Perekop, Analyse II. 1740.
Salzsee, Siwasch oder das Faule Meer II. 1742.
Salzsee, Todtes Meer, siehe Todtes Meer.
Salzsee, Tschakrakskoi, Analyse II. 1742.
Salzsee, Tusly Analyse II. 1741.
Salzseen, steigt Chlornatrium und Chlormagnesium bis zu einem gewissen Maximum: so kann kein schwefelsaurer Kalk aufgelöst sein II. 1742. — In der Kirgisen-Steppe und in der Krym II. 1739, Analysen II. 1740 ff. In Russland, grofse Zahl liegen tiefer als der Ocean oder in gleichem Niveau mit ihm II. 1730, der Salzgehalt rührt von salzhaltigen Flüssen und Bächen her II. 1730, mehr oder weniger dicke Salzlager am Boden II. 1731.
Salzsoolen, Analysen II. 1690 ff., Resultate dieser Analysen II. 1703 ff. — Chlormagnesium beträgt in nur wenigen Salzsoolen mehr als im Meerwasser II. 1704. — Der Kochsalzgehalt sinkt sehr selten bedeutend unter den im Meerwasser herab II. 1704. — Dem Sättigungspunkte nahe Salzsoolen kommen der Zusammensetzung des Steinsalz sehr nahe II. 1708. — Die Salzsoolen, welche die gröfste Menge von Salzen enthalten, enthalten auch die gröfste Menge Kochsalz II. 1703. — Salzsoolen aus dem Salzthone I. 169. — S., schwache, kommen nicht aus Steinsalzlagern I. 172 ff.; II. 1703. — Der schwefelsaure Kalk beträgt meist weniger als im Meerwasser II. 1706. — Die schwefelsaure Magnesia beträgt in nur wenigen S. mehr als im Meerwasser II. 1704. — S. in reinem Steinsalz entstanden, nehmen beim Aufsteigen noch Salze auf II. 1709. — S., welche mehr als das Steinsalz von anderen Salzen halten, können nicht durch blofses Auflösen desselben entstehen II. 1708. — Vorkommen: in Amerika II. 1699, diese enthalten keine Spur von schwefelsauren Salzen, aber Chlorbaryum II. 1700, in Baiern II. 1697, in England II. 1698, in Hannover und Hessen II. 1694, in Preufsen II. 1690, in Sachsen-Weimar II. 1694, in Würtemberg II. 1696. — Zusammensetzung, Einflufs pseudomorpher Processe auf dieselbe II. 1684.
Salzthon, Analysen II. 1725 ff. — Auflösung des Salzes in demselben I. 166—168.
Salzwassersäule, unten sammelt sich eine stärkere Lösung als oben II. 1711.
Sand enthält wenig oder gar kein Eisenoxydul I. 946.
Sandstein von Fontainebleau, Braunkohlen-Sandstein II. 1640. — Krystallisirter, wie seine Bildung zu denken ist II. 1145.
Sandstein, Fucoidensandstein II. 1635.
Sandstein, Grauwacken-S., Bindemittel II. 1630, 1641.
Sandstein, Grünsandstein, Analyse II. 1638 ff.
Sandstein in der Jura-Formation, Analyse II. 1635.
Sandstein der Keuperformation II. 1634. — Gehen allmälig in die mittleren Liasschichten über II. 1635.
Sandstein, Quader-S. (siehe Kreideformation). Analysen II. 1636—1637.
Sandstein, säulenförmiger, in Berührung mit Basalt II. 754 ff.

Sandstein, Steinkohlen-S. II. 1630, 1631, 1641. — Analyse II. 1631.

Sandstein, tertiärer, (Molassen-S.). Analysen II. 1639.

Sandsteine durch Augitporphyre gehoben II. 768. — Bindemittel II. 1274, 1630 ff., wie sie dem Sande zugeführt werden II. 1641 ff., kieseliges Cement II. 303, 1324. S., deren Bindemittel sich herausschlämmen läfst, werden leicht zerstört II. 1637—1638. — Kohlensaurer Kalk als Bindemittel II. 1641. — Künstlich gebildet II. 1274. — Sogenannte krystallisirte S. II. 1685 ff., sind Pseudomorphosen nach Steinsalz, meist verschobene Würfel II. 1686, Analyse II. 1686. — Opal ein Bindemittel II. 1244. — S. der permischen Formation, Verirrungen in Betreff ihres Ursprunges II. 1614. — Quarz, krystallinischer, in ihnen II. 1273 ff. Quarzkörner, eckige, in ihnen II. 1275. — Aus dem Rothliegenden II. 1631, 1641. — Der Sand zu ihrer Bildung konnte nur durch Störung und Fluth auf dem Grunde der Flüsse und des Meeres fortgeführt werden II. 1827. — Veränderter und unveränderter S. Verhalten zu Säuren II. 755. — Verbleichen der rothen Farbe der S. II. 753, ein Reductionsprocefs II. 754. — Im Wasser weichen fast alle Sandsteine etwas auf II. 1640.

Sandsteine, bunte, II. 1631. — Analysen II. 1632, Folgerungen II. 1633. — Bindemittel II. 1324. — Bindemittel, thoniges, der bunten Sandsteine wird leicht durch Regenwasser fortgeführt II. 1634. — Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit gebildeten Absätze II. 1615. — Gimmer in ihnen II. 1459. — Bunter, grob gepülverter S., Analyse eines aus ihnen abgeschlämmten weifsen, zarten Pulvers II. 1324.

— Organische Ueberreste in ihnen II. 755.

Saphir im Basalt II. 2166. — Bildung II. 2166.

Sauer I. 15.

Sauerstoff, absorbirter, Quellen II. 38. — In der Atmosphäre, Schwankungen II. 29, 56 ff. — Wird der Atmosphäre fortwährend entzogen II. 29. — In Feldspathen, Verhältnifse II. 900—901. — S. und Kohlensäuregas variiren wenig in der Atmosphäre II. 30. — S. ist ein permanentes Gas II. 47. — S. und Stickgas in Begleitung von Kohlensäure I. 308—309. — S.-Verbindung mit Stickstoff II. 110. — Bei Umwandlungsprocessen wichtig II. 243.

Saugschiefer aus Schalen der Panzer-Infusorien bestehend I. 977.

Saussurit II. 949, 950, 1094.

Scarbroit I. 801.

Schagdag, die ewigen Feuer II. 1748.

Schalsteine II. 1060 u. 1064. — Analysen II. 1069—1070. — Bildung II. 1071—1072, 1181—1182. — Chlorit in ihm II. 1062. — Gemengtheile II. 1059 ff. — Mit Grünsteinen in inniger Verknüpfung II. 1064. — Am Harz II. 1064. — Hornstein in ihm II. 1062. — Mit Kalkspath erfüllt II. 1061. — Geht in Kalkstein über II. 1060, 1061, 1073. — Kieselschiefer in ihm II. 1062. — Labradorkrystalle in ihm II. 1062. — Magneteisen in ihm II. 584. — Im Nassauischen, deren Bildung jünger als die Haupterhebung des ganzen Schiefergebirges II. 1059. — Gegen die plutonische Bildung II. 1064. — Sch. und Rotheisensteine, Verhalten zu Grünsteinen und zu den Gesteinen des Schiefergebirges, evidente Beweise für die neptunische Bildung II. 1059—1098. — Mögliche Umwandlung aus Thonschiefer und Grünstein II. 1071 ff., 1086. — Mit Vesteinerungen II. 1072.

Schalsteinporphyr II. 336 ff. — Feldspathkrystalle in seiner Grundmasse II. 1062—1063.
Scheelit, Bildung in Drusenräumen II. 1965. — Sch. und Kalksilicate II. 1973. — Umwandlungsprocesse in Quarz II. 1319, 1977, in Wolframit II. 1976, Versuche, diesen pseudomorphen Procefs nachzuweisen II. 1976—1977, nach Wolframit II. 1969 ff., der diese Pseudomorphose begleitende Brauneisenstein und Eisenocher wahrscheinlich ein Zersetzungsprodukt des Wolframit II. 1970, wie dieser Procefs zu begreifen ist II. 1970. — Vorkommen II. 1971. — Wasser, kochendes, entzieht dem künstlichen wolframsauren Kalk Wolframsäure II. 1973. — Wolframsäure, überschüssige, in welcher Verbindung sie vorhanden ist II. 1971 ff., Analysen und Berechnungen der überschüssigen Säure II. 1972, Ausscheidung von Wolframsäure II. 1973. — Wolframsaurer Kalk, künstlicher, Bildung aus schwefelsaurem Kalk und aus Kalkbicarbonat II. 1774—1975, Analyse II. 1976. — Zusammensetzung II. 1971.
Scheererit II. 1803.
Schichten in den ältesten silurischen Alaunschiefern I. 927—928. — Sch., welche die Menschenknochen bilden I. 739. — Verrückung derselben durch Fortführung von kohlensaurem Kalk II. 1087.
Schichten, mergelige, in denselben Magnesiacarbonat II. 1158—1160.
Schichtung kann durch Umwandlungsprocesse verloren gehen oder erhalten werden II. 319, 1100, 1191.
Schieder, Kohlensäure-Entwicklung I. 286, 293.
Schiefer, grüne, siehe Grünschiefer.
Schiefer, kalkiger, Umwand. in Hornfels kann nicht vom Melaphyr auf plutonischem Wege bewirkt worden sein II. 1013, 1014, durch Verdrängung des kohlensauren Kalk durch Quarz II. 1013, Umwandlungsprocefs in festen Hornstein II. 1011, 1349.
Schiefer, Uebergangs-Schiefer, Analyse II. 2306.
Schieferreste im Porphyr II. 319.
Schieferthon, seine Alkalien I. 857, 858. — Analysen II. 1662. — Ausfüllungsmasse von Baumstämmen II. 1843. — In der Ausfüllungsmasse der Calamiten II. 1832. — Baumstämme in ihm II. 1826. — Eisenoxydul in ihm I. 951. — Die Hauptniederlagen der schönsten Pflanzenreste und des Sphärosiderit II. 1613. — Wenig Kalksilicate in ihm II. 778. — Umwandlung in Kieselschiefer II. 753. — Verschiedenartige Schichten in ihm II. 1826. — Seine Zusammensetzung kommt mit der der erdigen Bestandtheile der Steinkohle überein II. 1771, 1861.
Schilfglaserz II. 1941.
Schillerspath I. 777. — Als Serpentin angeführt II. 1473.
Schlacken, vom Eisenschiefer, ihre Krystallform nicht die des Augit, sie ist nicht zu bestimmen II. 773. — Von der Insel Ferdinandia, Zusammensetzung II. 669. — Deren rasche Zersetzung II. 1385.
Schlacken-Massen, Feldspath-Bruchstücke in ihnen II. 731. — Deren mürbe Beschaffenheit II. 733. — Mit Quarzen II. 733. — Mit eingeschlossenen Thonschiefer-Brocken, deren Veränderung II. 731 ff., 761.
Schmelzbarkeit ändert sich bedeutend, wenn amorphe Massen in krystallinische übergehen II. 2343.
Schmirgel, Vorkommen II. 2167.
Schönebeck, Abnahme der Ergiebigkeit des Gehaltes I. 219. — Soolen und Bohrversuche I. 219—220.

Schönberg, Kohlensäure-Entwicklung I. 296, 297.
Schorlamit II. 1958.
Schrifterz II. 1956.
Schrötterit I. 802.
Schwarzgültigerz, Umwandlungsprocefs in Eisenkies II. 1339 ff., 1938, in Strahlkies II. 1339 ff., 1938. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1938.
Schweden arm an warmen Quellen I. 188.
Schwefel II. 139-164. — Absatz aus Schwefelwasserstoff I. 767. — Bildung, gleichzeitige, von Schwefel und Gyps im kohlensauren Kalk durch Schwefelwasserstoff II. 143. — Bildg. aus zersetztem Schwefelwasserstoff I. 651; II. 142, 144, 148 ff., 154, 158 ff., 161 u. 171, B. aus Schwefligsäuregas II. 148. — Sch. mit Bitumen II. 154. — In Braunkohlen II. 142. — In Drusenräumen II. 148. — In dem nördlichen Europa II. 153. — Existirte nicht vor dem Erscheinen des organischen Reiches II. 162. — In Gängen II. 147, 148 u. 153. — Gediegener Sch. I. 534 enthält Bitumen II. 141. — Mit Gyps II. 154. — Sch. von zersetztem Gyps II. 155. — In Kratern I. 651. — Aus Mineralquellen II. 141. — Organische Substanzen bedingen die Bildung des Sch. II. 163. — Keine primäre Bildung II. 149 u. 164. — Säuren desselben I. 646-668. — In Sicilien II. 152. — In Solfataren II. 140, 171. — In Spanien II. 153. — Mit Steinsalz II. 154. — Im Vesuv II. 143. — Versuche in den Solfataren von Puzzuoli II. 140, 166. — Vorkommen II. 27, als Absatz von Mineralquellen II. 139 ff. — In Vulkanen II. 147.
Schwefel-Absätze und Wasserdämpfe II. 157.
Schwefelarsenikmetalle, welche Silbererze begleiten, enthalten Silber II. 2063.
Schwefelblei, zersetzt eine gewisse Menge Brom- und Chlorsilber II. 2019.
Schwefel-Calcium II. 156 ff. — Versuche II. 157. — Zersetzung II. 156.
Schwefeleisen, Umwandlung in Eisenoxyd mit Beibehaltung der Form durch einen Strom von Luft und Wasserdampf II. 2068.
Schwefelgold kommt nicht vor II. 2051.
Schwefelkadmium, zersetzt eine gewisse Menge Brom- und Chlorsilber. II. 2019.
Schwefelkupfer, Bildung im Meerwasser aus Kupfermünzen II. 1557. — Aus löslichen Kupfersalzen II. 234. — Wird durch Oxydation leicht fortgeführt II. 1912. — Umwandlungsprocefs in Kupferoxyd mit Beibehaltung der Form durch einen Strom von Luft und Wasserdampf II. 2068. — Zersetzt eine gewisse Menge Chlor- und Bromsilber II. 2019.
Schwefelmetalle, Alter, verschiedenes, II. 1903 ff. Bildung II. 960, 1094, ob sie primäre Bildungen sind II. 54. — In Eisenspath eingesprengt sind später als dieser gebildet II. 2130 ff. — In Gängen II. 2123, sind nicht als solche in dieselben geführt worden II. 1867, 1905, ein organisches Reich mufste ihr vorhergegangen sein II. 2126. — Künstliche Schwefelmetalle mit Metallglanz II. 1906—1907. — Natürliche Sch. decrepitiren beim Erhitzen, künstliche nicht II. 1905. — Können nur durch Oxydation ihrer Bestandtheile fortgeführt werden II. 1923 ff. — Nur eine einzige Pseudomorphose eines Schwefelmetall nach oxydirten Verbindungen seines Metalls, Bleiglanz nach Pyromorphit, ist bekannt II. 1904, Folgerungen hieraus II. 1904—1905, solche Pseudomorphosen auf künstlichem Wege in erhöhter Temperatur II. 198, würden im Mineralrei-

che zu finden sein, wenn darin pseudomorphose Processe durch Hitze von Statten gingen II. 1364—1904. — Silber kann in ihnen nicht mit Brom oder Chlor verbunden sein II. 2019. — Sch., welche Silbererze begleiten, enthalten Silber II. 2063. Sch. in Spalten im Sohlengestein eines Flammofens II. 1905.

Schwefelmetalle, zusammengesetzte, Bildung in Uebereinstimmung mit ihrem Vorkommen in Quellen II. 2126 siehe auch Erze.

Schwefelplatin, Löslichkeit in reinem Wasser II. 2058. — Vorkommen nicht nachgewiesen II. 2059.

Schwefelquellen, Entstehung I. 654—655. — Nur in jüngeren sedimentären Formationen II. 178—179. — In den Pyrenäen, ausströmende Gase I. 309. — Enthalten Verbindungen von Schwefellebern und Schwefelwasserstoff II. 1702.

Schwefelsäure, Bildung I. 650. — Im Feldspath I. 473. — In Gewässern der Krater I. 650—657.

Schwefelsilber, Bildung im Meerwasser aus Silbermünzen II. 1557. — Wird durch Wasserdämpfe reducirt I. 235, und das Silber erscheint im künstlichen Schwefelsilber in denselben baum-, moos- und drathförmigen Gestalten, wie das gediegene II. 2067 ff.

Schwefelwasserstoff, Bildung aus Schwefelquellen und faulenden organischen Substanzen I. 653. — Bildung in Sicilien II. 158. — Ein Fällungsmittel der Metalle im Meerwasser I. 658 ff. — Sch. und Gyps in ihren gegenseitigen Beziehungen II. 164—185, Gyps von Sch. geliefert II. 140. — Kalk, kohlensaurer, Umwandlung durch Sch. in schwefelsauren I. 652. — Sch. mit Kohlensäure- und Kohlenwasserstoffgas I. 662—663. — In Kohlensäure-Exhalationen I. 305. — Langsame Oxydation desselben liefert Schwefelsäure II. 166. — Schwefel von ihm geliefert II. 140. — Mit Stickgas I. 662—663. — Wirkt auf Trachyt und andere Gesteine zesetzend II. 2249. — Verbrennung II. 166. — Umwandlung in Schwefelsäure II. 165. — Vorkommen nie rein I. 664. — Sch. und vukanische Erscheinungen II. 159. — Sch. wird vom Wasser absorbirt, Schwefel scheidet sich ab II. 166. — Mit Wasserdampf I. 662 ff., in den Wasserdämpfen sehr wenig Sch. II. 160. — Wirkung poröser Körper II. 166. — Wirkungsart auf Silicate I. 766—768, auf metallische S. II. 1895. — Zersetzung von Gesteinen durch denselben I. 652, 677; II. 167 ff., 181, ähnlich der durch Kohlensäure II. 172. — Die Zersetzungsprodukte II. 167, scheiden sich lagerförmig aus II. 173.

Schwefelwasserstoff-Exhalationen I. 661; II 2123. — Alter, sie reichen bis zu den ältesten organische Ueberreste enthaltenden sedimentären Formationen II. 2130. — Aus artesischen Brunnen I. 64. — In Gängen II. 2124—2125. — In den Gas- und Dampfexhalationen Islands sollen sie nicht organischen Ursprungs sein II. 2126, dagegen II. 2127. — Sch.- und Kohlensäure-Exhalationen I. 664. — Von Kohlenstoff bedingt II. 180. — Mitten im krystallinischen Gebirge II. 179. — Minima der Schwefelwasserstoff-Exhalat. wirken noch auf Metalle und metallische Verbindungen II. 2124. — In Sicilien II. 158, beim Emporsteigen einer neuen Insel II, 144, würden die mächtigsten Erzgänge gebildet haben II. 2124. — Aus Solfataren I. 648, 660, 665—666; II. 144 ff. — Aus zersetzten Seegräsern I. 925. — Grofse Verbreitung derselben II. 2123 ff.

— Auf vulkanischen Inseln II. 180, 181, 182. — Vorkommen II. 145.
Schwefelwismuth zersetzt eine gewisse Menge Brom- und Chlorsilber II. 2019.
Schwefelzink (siehe Blende) zersetzt eine gewisse Menge Brom- und Chlorsilber II. 2019.
Schwefelzinn, zersetzt eine gewisse Menge Brom- und Chlorsilber II. 2019.
Schwefligsäuregas II. 166. — Gyps nicht aus demselben II. 182—185. — Die glühende Lava liefert das Material I. 648. — In den Rauchsäulen des Vesuv I. 647. — Sch. und Schwefelwasserstoff, Resultate I. 667 ff. — Nur bei vulkanischen Wirkungen I. 649 ff., 665 ff.
Schwerbleierz II. 2048.
Schwimmstein, Analyse II. 1266. — Aus Feuerstein entstanden II. 1265.
Sciacca, Kohlensäure-Entwicklung I. 250. — Aufserordentlich viele Schwefelquellen II. 144.
Sedimente, siehe Absätze.
See, südöstlich des kleinen Ararat, Analyse II. 1544.
See, Fuciner, II. 1534.
See von Gérarmer II. 1533.
See, Kopaischer, I. 68; II. 1534.
See, Phonia, II. 1534.
See bei Taschburun, ein Natronsee, Analyse II. 1544.
See Tiberias giebt dem Jordan Ursprung II. 1721. — Liegt unter dem Mittelländischen Meer II. 1723.
Van-See, ein Natronsee II. 1543, Analyse II. 1544.
See, Zirknitzer, II. 1533.
Seen II. 1533 ff. — Welche keine Abflüsse haben II. 1534. — S. der Alpen, sind blau, wenn sie ganz frei von schwebenden Theilen sind, grün, wenn nicht ganz frei davon II. 1572, sedimentäre Bildungen in ihnen II. 1598 ff., siehe Deltas, Braunkohlen-Bildungen in ihnen II. 1809. — Bildung grofser Seen II. 1535—1536. — S., durch welche Flüsse strömen II. 1533, die Analyse des Wassers solcher S. giebt das normale Verhältnifs der durch sie strömenden Flüsse II. 1531. — Die Flüsse führen ihnen das Material zu den sedimentären Bildungen zu II. 1507, 1535. — Hochgelegene S., Quellen derselben I. 30. — Die S. sind Kläranstalten und Regulatoren der Flüsse, welche durch sie strömen II. 1535. — Natronseen II. 1542 ff., Bildung II. 1544. — S. des Salzkammergut, ihre verschiedene Farbe in verschiedenen Jahreszeiten und unter verschiedenen Umständen II. 1573. — Senkrechte Strömungen II. 1712. — Temperatur, deren Abnahme mit der Tiefe II. 1712. — S., welche Zuflüsse, aber blofs unterirdische Abflüsse haben II. 1533.
Seesalz siehe Steinsalz.
Seethiere scheiden keinen Dolomit ab II. 1136.
Seine, Analyse II. 1514.
Selen II. 1948. — Schwefelselen II. 1948. — S. und Schwefel scheinen stets Begleiter zu sein II. 1949. — Verbindungen zu Culebras II. 1948.
Selenblei II. 1947.
Selenbleikupfer II. 1948.
Selenkupfer II. 1947.
Selenmetalle, Bildung wahrscheinlich durch Fällung metallischer Lösungen mittelst Selenwasserstoff II. 2132.
Selenmolybdänglanz II. 1948.
Selenquecksilber II. 1948.
Selenquecksilberblei II. 1948.
Selen-Schwefelquecksilber II. 1948.
Selensilber II. 1947.
Selensilberblei II. 1947.
Selensilberkupfer II. 1948.
Senkbrunnen, in Cöln, dessen Veränderungen im Wasserstande und in der Temperatur im Verhältnifs zu Rhein I. 88. — Von Meteorwasser herrührend, ihre Temperaturverhältnisse I. 114 u.

119-120. — Temperaturverhältnisse der S. überhaupt II. 85-95.

Sericit II. 1649—1650. — Im Taunusschiefer II. 1441. — Nähert sich in seiner Zusammensetzung dem Glimmer II. 1454.

Serpentin II. 1466 ff. — Bildung auf dem Meeresgrunde II. 459, aus Mineralien oder Gesteinen, welche alkalische Silicate enthalten II. 1506, seine Bildg. ist ein nothwendiger Procefs zum Verbrauche der in den Gewässern enthaltenen kohlensauren Magnesia II.502, 1155, B. durch pseudomorphose Procefse I. 794; II. 502, Bildung, mögliche, aus den verschiedenstenGesteinen, er ist nie ein ursprüngliches Gestein und kann kein eruptives sein II.1467. — Brauneisensteinlager in ihm II. 1485. Nimmt den Charakter einer gemengten Gebirgsart an II. 1467. — Ist Chlorit minus Thonerde II. 1478. — Chloritgänge im S. II. 1476 ff., nicht eruptiv II. 1477, darin Bruchstücke fremder Gesteine und Mineralien II. 1476. — Chrysotil als S. angeführt II. 1473. — Eisenkiesel im S. II. 1488, dessen Ursprung II. 1490. — Erzarmuth der Gänge in ihm II. 2113. — In Formen anderer Mineralien II. 1468ff. — S.-Fragmente in Chloritgängen II. 1476. — S. und Gabbro sind sich nahe verwandt II. 607. — Steht in genetischer Beziehung dem Glimmer, Chlorit, Speckstein und Talk sehr nahe II. 1463. — Glimmer im S. II. 1486, nimmt in unteren Tiefen ab II. 1487 und ist ein Umwandlungsprodukt, wahrscheinlich des Feldspath II. 1487. — Granaten mitten im S. II. 1492. — Gleicht der Grundmasse eines Augitporphyr II. 609. — Hornblendegesteine im Wechsel mit Kalk, welcher Serpentin, Eklogit, Quarz, Glimmer oder Granaten führt II. 1492. — S.-Hügel aus Granat entstanden II. 494 ff. — Löslichkeit II. 978. — Magneteisen in ihm II. 584. — Im Magneteisen II. 578. — Zwischen Magneteisen und Kokkolith II. 578. — Mikroskopische Organismen in ihm II. 1252. — Mineralien, welche dem S. nahe stehen, und Thonerdesilicate enthalten II. 1493. — Pseudomorpher S. II. 1469. — Schillerspath als S. angeführt II. 1473. — An Thonerdesilicaten reich II. 1493. — Uebergang in Chlorit II. 495, 1478, in eine chloritische Masse II. 1477, in Chloritschiefer II. 1474, von Diorit in S. II. 867, 1474, von Eklogit in S. II. 1475, 1478, des S. in Talk II. 495, talkige Masse II. 1477, Talkschiefer II. 1474. — Umwandlungsprocesse I. 794; II. 490 ff., 498, 550, 866, 1470: nach Augit II. 490, 494, 550, 866, überzeugend dargethan II. 1469, 1470, 1473, und daraus wieder Augit entstanden, der gleichfalls als Serpentin erscheint II. 1470, was bei dieser Umwandlung aufgenommen und ausgeschieden wird II. 1490 ff., nach Bronzit II. 608—609, in Chlorit-Letten II. 1489, nach Chondodrit II. 1469, nach Diallag angedeutet II. 607, 609, wirklich beobachtet II. 1470, nach Eklogit II. 272, 1475, Gehlenit in Serpentin-artige Substanz II. 1470, Analysen II. 1471 ff., nach Glimmer II. 1470, 1506, nach Granat II. 268, 490, 494 ff., 550, 866, 1469, was bei dieser Umwandlung aufgenommen und ausgeschieden wird II. 1490 ff., nach Granit II. 1017, nach Granulit II. 1475 u. 1479, nach Hornblende II. 490, 494, 550, 866, überzeugend dargethan II. 1469, was bei dieser Umwandlung aufgenommen und ausgeschieden wird II. 1490 ff., nach Olivin II. 255, 256, 266 ff., 274, 279, 1468, Analysen dieser Pseudomorphose II. 1469, was bei ihr aufgenommen und abgeschieden wird II. 267, 1494 ff., in

Pyknotrop II. 1483, nach Spinell II. 1470. — Verhältnifs, ungleiches, im Serpentin und Granulit II. 1487. — Die Verschiebungen und Verwerfungen sind eine Folge von Senkungen II. 1468, hervorgerufen durch Fortführung von Stoffen II. 1491. — Nahe Verwandtschaft mit Gabbro II. 607, 1474. — Vorkommen I. 777; II. 1466 ff., im Dolomit II. 1474, oft an der Grenze zweier Gesteine II. 1474. — Ein Zersetzungsprodukt II. 1467. — Zusammensetzung II. 1468.

Serpentinlager von Snarum, von Bitterspath, Quarz und Gneifs umgeben II. 1493. — Sind zersetzte Hornblende- oder Dioritlager II. 867.

Serpentintuff II. 1488. — Nicht aus zersetztem Serpentin hervorgegangen II. 1489.

Sicilien, der Schwefel daselbst II. 152.

Sideroschisolith I. 804 — 805.

Silber II. 1340. — Aestchen von gediegenem Silber erscheinen durch Hornsteinmasse verdrängt II. 2067. — Arsenikmetalle, welche Silbererze begleiten, enthalten S. II. 2063. — Im Barytspath II. 2064. — Auf Bleiglanz II. 2065, kann aus diesem hervorgehen II. 2066. — In Drusen einer quarzigen Gangmasse II. 2066. — Im Erzgebirge das meiste S. auf Glaserz II. 2063, 2065. — S.-Fäden, Barytspath und Bleiganz werden von ihnen getragen II. 2066, nicht selten sehr kleine Kalkspath oder Barytspathkrystalle II. 2063. — In Fukus-Arten II. 1564. — S. und Glaserz in verschiedenen Gestalten im Barytspath und Flufsspath eingewachsen II. 2064. — Kann aus Glaserz hervorgehen II. 2066. — S. stets goldhaltig II. 2054, 2058. — In Hornsteinplatten II. 2064. — Kalkspath scheint sich vor und nach dem Silber abgesetzt zu haben II. 2064. — S. im Meerwasser nur in aufserordentlich geringen Mengen II. 1564, 2072. — Metalle, gediegene, und Metalloxyde, welche Silbererze begleiten, enthalten Silber II. 2063. — S. im Nebengestein II. 2110. — Mit organischen Ueberresten II. 235. — S. scheint zu Platin keine so grofse Verwandtschaft zu haben, als zum Gold II. 2060. — Mit Polybasit II. 2066, kann aus ihm hervorgehen II. 2066. — Reduktion, künstliche, des S. aus Schwefelsilber und Glaserz durch Wasserdämpfe in den dem gediegenen S. zukommenden draht-, haar- und moosartigen Formen II. 2067 ff., im Mineralreiche fand wahrscheinlich dieselbe Reduktion Statt II. 2070. — S. auf Rothgültigerz II. 2065, S., in dem Rothgültigerz vorkommt II. 2065, kann aus diesem hervorgehen II. 2066. — Schwefel- und Schwefelarsenikmetalle, welche Silbererze begleiten, enthalten S. II. 2063. — In Schwefelmetallen kann S. nicht mit Brom oder Chlor verbunden sein II. 2019. — Scheint in Schwefelmetallen nicht gediegen zu sein II. 2063. — Auf Sprödglaserz II. 2063, kann aus ihm hervorgehen II. 2066. — Als starrer Körper bei Verlust des Schwefels kann S. in feine Fäden ausgezogen werden, eine merkwürdige Erscheinung II. 2070. — Umwandlungsprocesse: nach Bromsilber II. 2018 ff., nach Glaserz II. 2063, nach Rothgültigerz II. 2065. — Verbreitung des S. eine der gröfsten unter den Metallen II. 2063. — Vorkommen II. 2062, mit gediegenem Kupfer ohne gegenseitige chemische Verbindung II. 2062.

Silberblech zwischen Barytspath und Bleiglanz II. 2066.

Silberformation II. 1875. — Gediegenes S. das jüngste Glied II. 1875.

Silberglanz, Umwandlungsprocefs nach Rothgültigerz II. 1934, 1938. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1934.

Silberhornerz II. 2017. (Siehe Chlorsilber). Bildung II. 2018. — Schwefelsäure in ihm II. 2017.

Silberkupferglanz, Vorkommen und Zusammensetzung II. 1936.

Silberoxyd, kieselsaures, nicht bekannt II. 1893. — Künstliches, leichtlöslich im Wasser II. 1893. — Zersetzung, durch Kohlensäure, II. 1894, durch Schwefelwasserstoff, und Auflösung in Schwefelwasserstoff-Wasser II. 1899.

Silberoxyd, kohlensaures, künstliches, ist das leichtlöslichste unter den kohlensauren Metalloxyden II. 2005. (siehe Grausilber).

Silberoxydsilicat wird in der Lösung durch Kohlensäure zersetzt II. 2122, ebenso durch Schwefelwasserstoff, löst sich aber in Schwefelwasserstoff-Wasser auf, und erst nach längerer Zeit setzen sich Schwefelmetalle ab II. 2123.

Silicate I. 758. — Ihre Bildung überhaupt I. 832, auf nassem Wege II. 988, 1095, im Innern der Erde II. 793—794. — S., welche sich nur in Drusen und Gängen bilden II. 785. — Fällung I. 774—775. — In Flufswassern II. 1527. — In Gewässern, ihre noch so geringen Mengen sind kein Einwurf gegen ihren Absatz II. 786. — S. und Kieselsäure I. 758—872. — Kieselsäure als S. in Gewässern I. 509—513 u. 826—827. — S., welche sich in körnigem Kalk bilden II. 786—787. — Werden durch kohlensauren Kalk aus ihrer Lösung in Salzsäure gefällt I. 774 ff. — Lösliche S., welche in gewöhnlicher Temperatur in die unlösliche Modifikation übergehen I. 759. — Löslichkeit bei hoher Temperatur II. 1027—1028. — S. im Mineralreiche II. 896—897. — Im Pflanzenreiche I. 772—773; II. 896—897. — Quarz wird von zersetzten S. erzeugt II. 1298. — Resultate I. 867 ff. — Schwefelwasserstoff, Wirkung auf die S. I. 766—768. — Werden gegen andere Silicate ausgetauscht I. 790; II. 239. — Umwandlung der Carbonate in S. auf nassem Wege II. 789—790. — Unlösliche S., welche durch Schmelzen in die lösliche Modifikation übergehen I. 758. — Verbindung mit Carbonaten I. 833. — Zersetzung im Allgemeinen II. 484, durch kaltes Wasser I. 764. — Zersetzte S. erzeugen Quarz II. 1298. — Zersetzung durch Salzsäure II. 1221.

Silicate der alkalischen Erden, Löslichkeit I. 771. — Mehrfach zusammengesetzte S. finden sich ausschliesslich unter den Umwandlungs-Pseudomorphosen II. 238.

Silicate, alkalische, alkalische Carbonate können neben denselben existiren I. 825. — Baryt, schwefelsaurer, Verhalten zu denselben I. 612. — S. alk., und Carbonate in Gewässern I. 842, können in verschiedenen Sättigungsstufen vorkommen I. 828. — Gyps, Zersetzung durch dieselben I. 544. — Kalk zersetzt sie I. 832. — S. alk., und Kalkcarbonat zersetzen sich nicht I. 835—836. — Von der Kohlensäure werden sie zerlegt I. 824. — S., alk., welche dem Meere zugeführt werden I. 843, 852.

Silicate, alkalische, einfache, kommen nur in Gewässern vor, werden in grofsen Mengen ausgeschieden I. 816. — Künstliche I. 816ff., 822.

Silicate, metallische, Verhalten zu Schwefelwasserstoff II. 1875. — Nur wenige scheinen ursprüngliche Verbindungen zu sein II. 1865.

Silicate, wasserfreie, Bildung auf nassem Wege II. 401. — Bildg. in sogenannten plutonischen Gesteinen II. 2150 ff., dagegen II. 2151 ff.

Silicate, wasserhaltige, von Eisenoxydul I. 802—812. — Von Magnesia I. 776—778. — Von Manganoxydul I. 813—815.

Silification siehe Verkieselung.

Sillimanit I. 802.

Sinkwerke, die oben aufgelösten Salztheilchen sinken nieder II. 1714.

Siwasch oder das faule Meer II. 1742.

Skapolith (siehe Wernerit). Steht zum Augit in Beziehungen I. 518—519.

Skolezit, Löslichkeit II. 978.

Skorodit, Absatz aus Quellen II. 2088. — Umwandlungsprocefs in Brauneisenstein II. 1353—1354, 1989. — Vorkommen II. 1989, in Eisenerzgängen entspricht dem des Arsenikeisen in Eisenspathgängen II. 2088.

Smaragdit aus Corsika ist Uralit II. 865. — Im Euphodit eine Verwachsung von Hornblende und Augit II. 538.

Sodom und Gomorra bedeckt vom Todten Meere II. 1722.

Solfataren, Gyps in denselben II. 471. — Gypsbildungen in denselben II. 169—170. — Von Kalama I. 767. — S. nicht in den Kratern des Laacher-See II. 181. — Schwefel u. schwefels. Salze in denselben II. 168, 171.— Schwefelwasserstoff aus denselben I. 660-665, 666 u. II. 146.

Soolen, abnehmender Ausflufs derselben I. 207. — Ergiebigkeit, vermehrte, I. 201, verminderte, I. 221—222. — Gehalt, zunehmender, I. 201, Erklärung dieser Erscheinung I. 215—218. — Zunehmender Gehalt mit der Tiefe I. 211—214. — Gehalt durch Gewältigung vermindert I. 208. — In weit verbreiteten Klüften, ihre Werkstätte I. 205. — S. von Neusalzwerk, Absätze aus denselben I. 882—886. — Salzgehalt, constanter. I. 145, veränderter I. 150—152. — Schönebeck, Bohrversuche I. 219—220. — Im Steinsalz nicht ihre Werkstätte I. 206. — Von constanter Temperatur I. 145, von veränderlicher T. I. 150—152.

Soolen, aufsteigende, aus dem Bohrloche zu Neusalzwerk I. 155—160.

Sool-Quellen von Bächen genährt I. 200. — Zu Kreuznach und Münster am St. enthalten keine schwefelsauren Salze I. 477. — Extrahiren ihren Salzgehalt aus dem Porphyr I. 557. — Ursache des vermehrten Salzgehaltes I. 202—204.

Soonwald, bedeutende Absätze von Manganerzen I. 907.

Spadait I. 777. — Steht dem Serpentin nahe II. 1493.

Spalten und Drusensäume, Sonderungen in denselben II. 16. — Ob sich gröfsere oder kleinere Spalten bilden, hängt von der Structur des Gesteins ab II. 2116. — Magnesia-reiche Absätze in ihnen II. 1161.

Speckstein, Bildung aus Granulit, Eklogit, und Granit II. 1484, auf dem Meeresgrunde II. 500, aus Mineralien oder Gesteinen, welche alkalische Silicate enthalten II. 1506, seine Bildg. ein nothwendiger Procefs zum Verbrauche der in den Gewässern enthaltenen kohlensauren Magnesia II. 502, 1155. Welche Quantitäten sich bilden können II. 501. Bildung II. 1499, durch Verdrängung I. 792. — In Drüsenräumen II. 246. — Von Eisenkies wird er vielleicht verdrängt II. 246. — Soll in Formen von Staurolith vorkommen II. 1502. — Steht in genetischer Beziehung dem Glimmer, Chlorit, Serpentin und Talk sehr nahe II. 1463. — Löslichkeit II. 978. — Magneteisen in ihm II. 584. — Nach Quarz, Pseudomorphosen desselben II.

1261—1269. — Umwandlungsprocesse II. 498: nach Andalusit eine häufige Erscheinung I. 791; II. 365 u. 1501, nach Augit I. 792; II. 365, 551—553, 1264, 1501, nach Barytspath II. 1502, nach Bitterspath II. 1264, nach Chiastolith II. 365, nach Dolomit II. 1264, nach Flufsspath II. 304—305, nach Feuerstein II. 1265, ganzer Gebirgssteine in denselben I. 795, nach Glimmer I. 446, 502; II. 1387, 1501, nach Glimmerschiefer II. 1262 ff., 1264, nach Granat I. 449; II. 417, 495, 1264, 1501, nach Hornblende II. 867, nach Kalkspath II. 1115, 1149, nach Quarz II. 1114, 1261-1269, 1480, 1501, nach Spinell II. 1501, nach Topas I. 505; II. 1501, nach Turmalin I. 449 und II. 449 ff., 1264, 1501, nach Vesuvian II. 501, 1264, nach Wernerit I. 847; II. 417, 1501. — Vorkommen I. 776; II. 1499. — Wasser ein wesentlicher Bestandtheil II. 1497. — Zusammensetzung I. 791; II. 1498, identisch mit der der Talke II. 1498.

Speifskobalt siehe unter dem Art. Kobalt.

Sphärengestein II. 2094.

Sphärosiderit siehe kohlensaures Eisenoxydul.

Sphärulit, Analysen II. 2218 ff.

Sphen II. 1958 (siehe Titanit).

Spinell, Umwandlungsprocefs in Serpentin und Speckstein II. 1470.

Spinell, schwarzer, II. 1902.

Spirifer Mosquensis in einem Hornstein aus dem Kohlenkalkstein II. 778.

Spongia usta enthält Eisenoxydul II. 1151.

Sprödglaserz, gediegenes Silber auf ihm II. 2063, wird nicht durch Wasserdämpfe reducirt II. 2068—2069.

Sprudel in Nauheim enthält die gröfste Menge kohlensaurer Kalkerde II. 1045.

Sprudelsteine von Karlsbad I. 887-890. — Bandförmige Struktur II. 2093. — Das Fluorcalcium in denselben I. 494—495. — Magnesia nicht in ihnen I. 808. — Zusammensetzung I. 889 ff., 1153.

Stagnation der Kohlensäure-Exhalationen in Vertiefungen I. 264.

Stalactiten und Stalagmiten aus Arragonit bestehend II. 1042—1044. — Bildung II. 1043. — In Kalksteingebirgen, ihre ungleiche Zusammensetzung II. 1035.

Stalagmiten siehe Stalactiten.

Stangenkohle, Analyse II. 1764, Mittel II. 1767. — Wird für eine durch Hitze umgewandelte Braunkohle gehalten II. 1768.

Steinbad enthält sehr wenig Kali I. 405.

Steinkohlen II. 1755 ff. — Absätze auf chemischem und mechanischem Wege II. 1508. — Alte und jüngere St., kein bedeutender Unterschied in der Zusammensetzung II. 1767. — Analysen II. 1760, Mittel II. 1760, Resultate derselben II. 1761 ff. — In allen Auflösungsmitteln ist die Hauptmasse der St. unauflöslich II. 1759. — Baumstämme, versteinerte, II. 1826 ff. — Ein Bergmittel zwischen den Steinkohlen, welches dolomitischer Kalkstein ist II. 1863. — Bildung II. 1814 ff., aus formlosem Detritus II. 1814, 1816, aus organischen Ueberresten auf nassem Wege ein sehr langsamer Procefs II. 69, 101—103, 1755, 1756, während der Bildung aus Pflanzensubstanzen mufs Schwefel aufgenommen worden sein II. 2128, die wohl erhaltenen Pflanzen in ihnen waren an den Seeküsten gewachsen II. 1814, Beweise für die rein sedimentäre Bildung der Steinkohlen II. 1814 ff., siehe Appalachian-, Lissitchia-, Balka-, Nordhumberland- und Yorkshire-Kohlenformation, das

Material zur Bildung sollen Torfmoore und mit dichten, tropischen Wäldern bedeckte Niederungen geliefert haben II. 1820, dagegen II. 1820. — Braunkohlen und St. unterscheiden sich chemisch von einander II. 1759 ff. — Mehrere Carbonate als gleichzeitige Versteinerungsmittel in den St. II. 1842. — Eisenkies Versteinerungsmittel in den St. II. 1827 ff. — Erdige Bestandtheile der St. II. 1768, Analyse II. 1770—1771, darin häufig Spuren von Kupfer, Blei, Arsenik und Antimon II. 1769, keine kieselschaligen Infusorien II. 1769, sie kommen mit der Zusammensetzung der Schieferthone überein II. 1861, die ursprünglichen erdigen Bestandtheile sind durch andere ersetzt worden II. 1770, sind sedimentäre Bildungen II. 1771—1772, innige Mengung mit erdigen Substanzen II. 1772, Reduktion der letzteren II. 1839 ff. — Flüchtige Substanzen, Gehalt an ihnen im Verhältnisse zur Störung der Lagerung der Steikohlenflötze II. 1777. — Sind in allen Formationen zu erwarten II. 1755. — Gasexhalationen aus den St. I. 312. — Gehalt an Eisenkies, Schwefel, Stickstoff und Wasser II. 1759. — Holz, wie dessen Umwandlung in St. erfolgt II. 1778, 1793, 1795, welche Fälle denkbar sind II. 1779 ff., Formeln II. 1779 ff, — St. nicht aus dichten Holzarten ohne vorhergegangene Vermoderung gebildet II. 1773. — Kieselsäure in St., Versteinerungsmittel II. 1827 ff. — Kohlengerölle, abgerundete, in grobkörnigen Lagern II. 1825. — Kohlensaurer Kalk in St., Versteinerungsmittel II. 1827 ff., war er das Versteinerungsmittel, so konnte er später durch Kieselsäure, kohlensaures Eisenoxydul und Eisenkies verdrängt werden II. 1842. — Kohlen- und Gestein-Schichten, wie der Wechsel zwischen ihnen zu erklären ist II. 1814, nicht aus einer fortdauernden Senkung von Inseln II. 1822. — Kohlenwasserstoff-Exhalationen um so mehr aus Steinkohlen, je mehr Wasser vorhanden ist II. 1777 ff., in der letzten Periode des Steinkohlen-Bildungs-Processes scheinen sie vorzuwalten II. 1796. — Lange Perioden durch die Rechnung gefunden II. 102 ff. — Pflanzenüberreste, lange aufgehäufte, dem Meere zur Bildung von Kohlenflötzen zugeführt II. 1813. — Sauerstoff in St. in viel geringerer Menge als im Holz II. 1775, fortwährende Ausscheidung aus St. II. 1776, auch aus mit organischen Ueberresten getränkten Gesteinen II. 1777, zunehmende Ausscheidung desselben mit zunehmendem Alter der Steink. II. 1795. — Schieferthonschichten, Bestandtheile von ihnen, welche mit den St. wechseln II. 1771, sind sedimentäre Bildungen II. 1771—1772 und aus gleichem Material gebildet II. 1772. — Sinken, allgemeines, der Küsten, auf denen die Kohlenpflanzen wuchsen, ist keine nothwendige Bedingung zur Erklärung der sedimentären Bildung der St.-Formation II. 1823. — Sphärosiderit in St., Versteinerungsmittel II. 1827 ff. — Die Thonerde in allen Steinkohlen mufs von aufsen her gekommen sein II. 1822. — Thonschichten, Bestandtheile von ihnen, welche mit den St. wechseln II. 1771, sind sedimentäre Bildungen II. 1771—1772 und aus gleichem Material gebildet II. 1772. — Ueberreste von Pflanzensubstanzen in ihnen II. 1755. — Umwandlungsprocefs, in den letzten Perioden desselben scheint die Entwicklung des Kohlenwassenstoff, die vorwaltende zu sein II. 1796. — Unorganische Bestandtheile, warum sie viel

weniger als die kohligen betragen II. 1811, 1814, 1816, 1819. — Die ursprünglichen unorganischen Bestandtheile sind in den St. durch andere verdrängt worden II. 1807, welches eine Erweichung durch Fäulnifs voraussetzt II. 1808. — Vegetabilische Substanzen, innige Mengung mit erdigen II. 1772, alle vegetabil. Subst. und Ueberreste, welche auf den Grund des Meeres gelangen, können sich in St. umwandeln II. 1821, auch die Algen II. 1821, diese Umwandlung combinirt mit einer Versteinerung II. 1854. — Wasserstoff in eben so grofser, oder nur etwas geringerer Menge in St. als im Holz II. 1775, fortwährende Ausscheidung aus St. II. 1776, auch aus mit organischen Ueberresten getränkten Gesteinen II. 1777, zunehmende Ausscheidung mit zunehmendem Alter der II. 1795. — Zusammensetzung, worin sie von der der Braunkohlen abweicht II. 1767—1768.

Steinkohlen, versteinerte II. 1855 ff., Analysen II. 1558 ff. — Drei verschiedene Bildungen sind zu unterscheiden II. 1860. — Die Carbonate in ihnen sind spätere Infiltrationen II. 1861, ihr Ursprung II. 1862. — St., v., und reine St., scharfe Grenze zwischen ihnen II. 1860.

Steinkohlenflötze, oft in grofser Menge übereinander II. 34. — Störung der Lagerung im Verhältnifs zum Gehalt an flüchtigen Substanzen II. 1777. — Grober Sand liegt nicht selten unmittelbar auf ihnen II. 1825.

Steinkohlenformation, Eisenerze derselben I. 949—950, Analysen II. 1833 ff., Bildung II. 1836 ff., Berechnung II. 1839. — Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit bewirkten Absätze II. 1613 ff. — Lager von Süfswasser-Kalksteinen in ihnen II. 1614. — Allgemeines Sinken der Küsten, auf denen die Kohlenpflanzen wuchsen, ist keine nothwendige Bedingung zur Erklärung der sedimentären Bildung der St.-Formation II. 1823. — Wohin die Ueberreste der vor der alten Steinkohlenformation gewachsenen Pflanzen gekommen sind II. 1756.

Steinkohlengruben, Kohlenwasserstoff-Exhalationen aus denselben II. 91, 1748—1749.

Steinkohlenlager, Bild eines solchen mit Pflanzenabdrücken II. 1810.

Steinmannit II. 1940.

Steinmark I. 802. — Karpholit, Uebergang in St. II. 1965, wie dieser Uebergang erfolgt II. 1966—1967. — Umwandlungsprocesse nach Feldspath, Flufsspath und Topas I. 802. — Verdrängt Apatit, Flufsspath und Wolframit II. 1955.

Steinöl kann kein Destilationsprodukt aus Steinkohlen sein II. 1802. — Vorkommen II. 1801 ff.

Steinsalz, (siehe auch Chlornatrium). II. 1667 ff. — Ein unmittelbarer Absatz aus dem Meerwasser II. 1507—1508, 1672 ff. — Dieser Absatz fand während der ganzen sedimentären Periode Statt II. 1689, und nach dem Absatze des reinen Steinsalzes setzte er sich auch noch fort, als die mechanischen Absätze von Statten gingen II. 1704. — Analysen II. 1675 ff., es zeichnet sich durch vorzügliche Reinheit aus II. 1678, und bestätigt den Absatz aus Meerwasser II. 1680. — Bildung, die Küsten Bessarabiens zeigen ein Bild derselben II. 1718, wie sie im rothen Meere und im persischen Meerbusen erfolgen kann II. 1719, Bildung in Meerbusen II. 1718. — Braunspath tritt als Verdrängungsmittel von St. auf II. 1688. — Mit dem Chlornatrium scheidet sich nur eine ganz unbedeutende Menge Chlorkalium aus II. 1681, 1683. —

Decrepitationswasser nicht im St. wie im Kochsalz II. 1705. — Drusen von Steinsalz im Gyps I. 206; II. 1707. — Flüssigkeiten im St. II. 1671. — Glimmer tritt als Verdrängungsmittel von Steinsalz auf II. 1688. — Eine undurchdringliche Hülle von Thon oder Anhydrit umgiebt fast überall das Steinsalz II. 1709. — Steinsalz am Kashum Usdum II. 1721. — Knistersalz, die Gegenwart von Kohlenwasserstoff und Bitumen lässt sich nicht mit einer plutonischen Bildung einigen II. 1672. — Kochsalz in Spalten im Krater des Vesuv, Analysen II. 1669, enthält sehr viel Chlorkalium, und kann daher von keinem bekannten Vorkommen des Kochsalzes herrühren, Bildung II. 1670, Kochsalz, reines, scheidet sich nach dem Gyps aus II. 1683, 1707. — Hohle Kochsalz-Pyramiden, Abdrücke von ihnen im Kalkmergel II. 1687. — Das Liegende des Steinsalz mufs stets Gyps sein II. 1707. — St. hat sich im Mittelländischen Meere noch nicht abgesetzt II. 1717. — Aus einer Mutterlauge, die viel Magnesiasalze enthält, scheidet sich Kochsalz nur mit Spuren dieser Salze aus II. 1680. — Organische Ueberreste im Steinsalz II. 1671. — Profile bei Ischl und Aussee II. 1673 ff. — In Russland II. 1731. — Auch aus den Salzsoolen, die abgedampft werden, scheidet sich ein dem St. sich näherndes Kochsalz aus II. 1681. — St. kommt in allen sedimentären Gesteinen mit Gyps und Anhydrit vor II. 1667. — Seesalz, Analyse II. 1679. — St. in Sicilien II. 149. — St. ist nicht eine in Spalten aufgestiegene oder sublimirte Masse II. 1667 ff., 1670 ff., 1672. — St. am Todten Meere II. 1721. — Umwandlungsprocesse in Anhydrit, Gyps und Polyhalit II. 1683 ff., Einflufs dieser pseudomorphen Processe auf die Zusammensetzung der Salzsoolen II. 1684, in Kalksteine II. 1686 ff., in Sandsteine II. 1685 ff., 1688 ff, vorstehende Pseudomorphosen bedecken die Oberfläche weit ausgedehnter Schichten II. 1687 und kommen in allen Steinsalz-führenden Formationen vor II. 1689. — Unreines St. II. 1709. — Durch Verdunstung von Meerwasser erhaltene Salze II. 1679, Folgerungen hieraus II. 1681 ff., der gröfste Theil des schwefelsauren Kalk setzt sich ab, ehe der Absatz des Kochsalz beginnt II. 1681. — Verrückung und Zerstückelung der Salz- und Gypsabsätze, wie sie entstanden sind II. 1674, Gründe dagegen und dafür II. 1674—1675. — Wechsel zwischen Steinsalz und Gyps oder Anhydrit II. 1707, Folgerungen hieraus II. 1707 ff. — St. in Westphalen und dessen Lagerstätte I. 142—143.

Steinsalzgebirge, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1672, 1748.

Steinsalzlager I. 163—165 u. I. 170—184. — Auffindung derselben I. 180. — Schlüsse auf die Tiefe derselben I. 209—210. — Das Kochsalz, welches dem Meere durch die Flüsse zugeführt wird, kann kein Aequivalent für sie sein II. 1566. — Vorkommen, zu Artern I. 172 ff. u. 199 ff., Berchtesgaden I. 166, Buffleben I. 164, in Galizien I. 179, Hall I. 167, in Russland nur zwei bekannt II. 1731, in Stassfurth I. 172 ff., Stebnick I. 165 u. 179, Wieliczka I. 166, 171, 172.

Stepanowa-See, Analyse II. 1742.

Steppe zwischen dem untern Laufe des Ural-Flusses und der Wolga enthält einen grofsen Salzreichthum II. 1731.

Sternbergit II. 1939.

Stickgas II. 104 ff. — Assimilirt von Pflanzen II. 133—136. —

Stammt aus der Atmosphäre II. 48. — Entwicklung aus Quellen I. 154, 309; II. 105 ff. — Existirt nicht im Innern der Erde II. 109. — Ist ein permanentes Gas II. 47. — St. und Kohlensäuregas mit Schwefelwasserstoff I. 662—663. — Kein primärer Bestandtheil krystallinischer Gesteine II. 27. — Mit Sauerstoff verbunden II. 110. — In Begleitung von Kohlensäure I. 308—309. — Ursprung aus Steinkohlen II. 134. — St. und seine Verbindungen II. 26, 104, 137 ff., mit Kohlenstoff in hoher Temperatur II. 122, mit Sauerstoff II. 110, 123, 127, nicht mit Wasserstoff II. 113, 121.

Stickgas, atmosphärisches, liefert das Material für die Stickstoff-Verbindungen II. 48.

Stickgas-Exhalationen, aus zersetzten organischen Substanzen II. 106—108. — Aus Quellen II. 105. — Aus Vulkanen II. 109.

Stickgas-Verbindungen durch Fäulnifs zerstört II. 134. — St.-Verb., organische, Bildung aus atmosphärischem Stickstoff II. 134. — Beim Verbrennen werden sie gröfstentheils, bei Fäulnifs theilweise zerstört II. 132 ff. — Unorganische St.-Verb. werden durch elektrische Entladungen in der Atmosphäre erzeugt II. 135.

Stilbit in Melaphyr II. 657. — Umwandlungsprocefs in Quarz II. 1320.

Stilpnomelan I. 805.

Stilpnosiderit, Umwandlungsprocesse nach Bitterspath II. 1333 ff., nach spathigem Eisenblau II. 1353, nach Rothkupfererz II. 1339, 2047, nach Zinkspath II. 1334. — Wassergehalt II. 1349.

Stinkgyps I. 533.

Stoffe, (siehe auch Substanzen) Geringe Mengen von Bedeutung II. 261.

Stoffe, elementäre, in der Atmosphäre II. 22—185. — Nicht in krystallinischen Gesteinen II. 23. — Im Mineralreiche II. 22—185. — Nicht in der Schöpfungsperiode II. 24—25.

Stoffe, unorganische, können vom Organismus nicht erzeugt werden I. 732.

Strahlgyps in Dornsteinen II. 1041.

Strahlkies II. 1907. — Umwandlungsprocesse I. 932: in Brauneisenstein II. 1355 ff., 1358, nach Eisenkies und dieser nach jenem II. 1363, nach Kalkspath II. 1328—1333, nach Schwarzgültigerz II. 1339, 1938.

Strahlkupfer II. 1990.

Strahlstein siehe Hornblende; St.-Fragmente in Chloritgängen II. 1476. — Löslichkeit II. 978.

Streifenbildung parallel den Saalbändern eines Ganges ein entschiedenes Kriterium einer Bildung auf nassem Wege II. 448.

Strock I. 194, 197, 761. — Entstehung I. 195.

Strömungen, elektromagnetische in Erzgängen II. 230.

Stroh 2 Proc. Kieselsäure in ihm II. 891, siehe Heu; von Roggen, Asche I. 773—774.

Strontian im Basalt I. 415. — Im Meere II. 1563. — Im Mineralreiche I. 415. — In Quellen I. 414.

Strontian, kieselsaurer, Löslichkeit I. 638. — Verhalten zu schwefelsauren Salzen I. 638 ff. — Vorkommen I. 641.

Strontian, kohlensaurer, Bildung I. 640 ff. — Verhalten zu schwefelsauren Alkalien I. 639. — Vorkommen I. 640.

Strontian, schwefelsaurer, als primäre Bildung I. 640.

Strontian-Silicat, (s. kieselsaurer,) Verhalten zu schwefelsauren Alkalien I. 639. — In krystallinischen Gesteinen I. 641. — Löslichkeit I. 638.

Strontianit, Vorkommen I. 414.
Struktur, bandförmige, in den Absätzen aus Gewässern II. 2093.
Stürme hangen von constanten Ursachen ab II. 1618.
Substanzen (siehe auch Stoffe). In feinster Zertheilung zeigen Eigenschaften, welche sie in Massen nicht besitzen II. 2056.
Substanzen, bituminöse, in verschiedenen Gesteinen II. 1756 ff. — Die Excremente der Pflanzenfresser haben zu ihren Bildungen beigetragen II. 1758.
Substanzen, organische, (siehe Organismen). In Flufswassern II. 1527—1528. — Die höhere Oxydation des Eisenoxydul durch sie verhindert II. 802. — In allen Zersetzungsprocessen unterworfenen Gesteinen II. 802. — S., org. und kieselige, Bildungen in ihnen, Beziehungen zu einander II. 1249 ff.
Substanzen, starre, können bei chemischen Processen, ohne dafs sie in den flüssigen Zustand übergehen, wesentliche Formveränderungen erleiden II. 2071, Beispiele, die Umwandlung des Augit in Asbest II. 546, die Reduction des Silber aus Schwefelsilber II. 2067 ff.
Substanzen, thierische, entwickeln im ersten Stadium ihrer Fäulnifs Schwefelwasserstoffgas II. 2129.
Substanzen, vegetabilische, Detritus, vegetabilischer, II. 1811. — Bei ihrer Fäulnifs unter Wasser entwickeln sich Kohlenwasserstoff und Kohlensäure II. 1754, 1775. — Fortführung vermoderter Pflanzensubstanzen durch die Flüsse II. 1808, in früheren Zeiten in viel gröfseren Mengen als jetzt II. 1809, 1811. — Umwandlung in Kohle und Versteinerung II. 1854. — Verdrängung, vollständige, durch organische Substanzen II. 1807, ist wahrscheinlich durch einen Zersetzungsprocefs erfolgt II. 1808. — Zersetzung, vollständige, ihrer Elemente in binäre Verbindungen, findet auf direktem Wege nicht Statt II. 1806.
Substanzen, zusammengesetzte, existirten früher als einfache II. 6, 7, 284.
Suffioni I. 669 ff. — Ammoniak in denselben II. 115—116. — Borsäure, Ursprung in denselben I. 671—673 u. 675—676. — Kohlensäure, Ursprung in denselben II. 790, 791. — Wirken auf das Nebengestein nur zersetzend II. 354. — Freie Säure in ihnen II. 165. — Geognostische Verhältnisse I. 679, physikalische I. 680—681.
Suippe, Analyse, II. 1522.
Sulphate (siehe schwefelsaure Salze).
Sumpferze siehe Rasensteine.
Sümpfe, aus ihnen steigen Kohlenwasserstoff und Kohlensäure auf II. 1754, 1775.
Surfusions-Zustand II. 247. — S. Fournets II. 1293.
Syenit, vier Abtheilungen II. 885, 2321 ff. — Analysen II. 2322. — Bildung II. 1006-1009. — Bildung, mögliche, aus Thonschiefer II. 1006 ff, Quarz kann hierbei verdrängt werden II. 1008. — Bildungen, merkwürdige, in denselben II. 890-891. — Bildungsfolge der Mineralien II. 1005. — Bildungsfolge der Hauptgemengtheile II. 923, entspricht nicht ihrer ungleichen Schmelzbarkeit, eine plutonische Bildung ist daher nicht möglich II. 886, 924, aber eine auf nassem Wege II. 1005. — Brausen selten mit Säuren II. 846, 889, dagegen II. 846. — Eisenkies mit Quarz in ihm II. 889. — Epidot in Gängen und Drusen II. 888, 923. — Feldspath von späterer Bildung II. 890, 1093. — Selten Feldspathe in Nestern von S. u. s. w. II. 885. — Häufig von Gängen feinkörniger S. durchschnitten II.

886. — Gemengtheile II. 885 ff., 923, enthalten eben so viel Quarz als Granite II. 923. — Mit andern Hornblendegesteinen verglichen II. 925 ff. — Hornblende mit Glimmer umgeben II. 888, dieser vertritt jene II. 888. Kalkspath manchmal in ihm II. 889, in den Gängen II. 923. — Der Melaphyr am Sattel schliefst kleine Trümmer von Datolith ein, und ist ein fast quarzfreier S. II. 937. — Aus sedimentären Gesteinen entstanden II. 1003—1004. — Uebergang in Granit II. 888, in Hornblendeschiefer II. 1003. — Verwitterung II. 890 ff. — S. der Vogesen II. 913—914, Gemengtheile II. 923 — 925. — Wasserhaltige Mineralien in ihm II. 887. — Zusammensetzung der S.-Feldspathe II. 919 ff., 922 und der Hornblende II. 922. Zusammensetzung im Ganzen II. 925, siehe Feldspath II. 937. — Zusammensetzung ähnlich der der Thonschiefer II. 1005, im Verhältnifs zu den Graniten und trachytischen Gesteinen II. 2343.

Syenit, quarzfreier, II. 937.

Syenitgänge im Syenit, deren Entstehung II. 2096.

Syenitporphyr II. 841, 934, 935. — Gemengtheile II. 887.

T.

Taberg, der Erzstock in demselben II 964.

Talk, Bildung II. 1499, aus Gesteinen oder Mineralien, welche alkalische Silicate enthalten II. 1506, aus Eklogit II. 1484, aus Glimmer II. 1387, aus Granit und Granulit II. 1484, auf dem Meeresgrunde II. 500. — Steht dem Glimmer sehr nahe II. 1219, 1464. — Sechs Gruppen II. 1497 ff. — Kohlensäure, Spuren von ihr in einigen T. II. 1497. — Löslichkeit II. 978. — Vollkommene Spaltbarkeit und Theilbarkeit II. 1219. — T. bei den Umwandlungen in Serpentin II. 1477, 1502. — Umwandlungsprocesse I. 793; II. 89: nach Analcim II. 578, nach Augit II. 584, nach Chiastolith I. 793; II. 89, 365, 1503, Analyse II. 1504, nach Couzeranit II, 89, 307, 1503, nach Cyanit II. 365, 1503, Analyse II. 1504, nach Disthen I. 793; II. 89, nach Feldspath I. 793; II. 89, 306, 578, 1503, nach Granat II. 496, 1502, nach Hornblende II. 967, nach Magnesitspath II. 1502, Analyse II. 1502, nach Pyrop (rother Granat) I. 793; II. 89, 496. — Verhärteter T. hat nahe dieselbe Zusammensetzung wie Chiastolith II. 382 und Glimmer II. 381. — Ein Versteinerungsmittel II. 231. — Vorkommen I. 776; II. 1496. — Wasser ein wesentlicher Bestandtheil II. 1497. — Mittlere Zusammensetzung II. 1498.

Talkapatit I. 706, 729.

Talkschiefer, Analysen II. 1505. — Magnesia oft gar nicht, oder nur in Spuren im T. II. 1504. — Magneteisen in ihm II. 584. — Uebergang in Serpentin II. 1474. — Ein Umwandlungsprodukt II. 90.

Talksteinmark I. 802.

Tantalit, ein Gemeng mit Zinnstein II. 1960. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1959 —1960, 1971.

Taunus, Kohlensäure-Entwicklung I. 244, 249, 312.

Taunusschiefer siehe Thonschiefer.

Tekoretin II. 1803.

Tellur, gediegenes, II. 2075.

Tellurblei II. 1955.

Tellurglanz II. 1956.

Tellurgold II. 1956.

Tellurgoldsilber II. 1956.

Tellurige Säure II. 2038.

Tellurmetalle II. 2134.

Tellursilber II. 1955.

Temperatur, der Brunnen in der Nähe eines Flusses I. 96—101. — T.-Beobachtungen von Gewässern und Nutzen derselben I. 102-104. — Höhere T., Umkehrung der Verwandtschaften

in denselben II. 1215. — T. und Menge der Gewässer eines Bohrlochs I. 161—162. — T. der Paderquellen ungleich I. 111-113. — T.-Verhältnisse, Beobachtungen zu Bonn, Brüssel, Edingburgh, Heidelberg, Paris, Strafsburg, Upsala, Zürich I. 78 u. 79. — In verschiedenen Breiten und Höhen I. 81. — T.-Verhältnisse der Erdoberfläche I. 77 ff. — Der Gebirgsquellen I. 123 ff., und der Quellen überhaupt I. 83-84, der aufsteigenden Q. I. 199, der Q. von versinkenden Flüssen I. 105—107. Der Senkbrunnen I. 85—95, der Q. von Meteorwassern I. 114 u. 119—120. — Temp.-Verhältnisse, merkwürdige zu Caraccas bei St. Cesareo, in Cumana I. 124, auf Teneriffa I. 123. — Zunahme der T. nach dem Innern der Erde nicht durch Bohrlöcher zu bestimmen I. 138—140, normales Verhältnifs I. 157. — In sedimentären Gesteinen II. 50.

Temurtu oder Issikul-See II. 120.

Tephroit I. 813, 814, 815.

Tesseralkies II. 1955.

Tetradymit II. 1955.

Tetraphyllin I. 438.

Theile, schwebende, welche bituminöse Schichten bildeten, mufsten wie die der Themse und der Weichsel, mit organischen Substanzen getränkt sein II. 1621. — In Flüssen rühren vorzugsweise von Schiefern, krystallinischen Gesteinen und Thonabsätzen her II. 1581. — In Seen sinken schneller als im Meere nieder II. 1603. — Ihr Verhältnifs zu dem aufgelösten kohlensauren Kalk II. 1607, letzterer beträgt im Mittel mehr als die schwebenden Theile II. 1608, Folgerungen hieraus II. 1608. — Werden durch Winde und durch die Ebbe weit in das Meer hineingetrieben II. 1605. (Siehe Flüsse, Rhein, Elbe, Donau, Weichsel u. s. w.).

Themse, Analyse II. 1514, 1515, 1516. — Die bedeutende Menge Kochsalz rührt gröfstentheils von der Vermischung mit Meerwasser her II. 1516.

Thenardit I. 853.

Thermen, (s. Quellen, warme) I. 83 u. 186—187. — Ihre Entstehung I. 189. — Maximum und Minimum ihrer Temperatur I. 84. — Verbreitung, allgemeine, I. 188. — Zu Warmbrunn I. 133.

Thermen, veränderliche, I. 190—198.

Therouenne, Analyse II. 1521.

Thiere, kalkabsondernde, ihre Thätigkeit konnte sich nicht äufsern so lange die Bildung der mechanischen Absätze prädominirte II. 1622. — Thiere und Pflanzen sind die Sammler der Bestandtheile des Meeres I. 984.

Thierleben stellt das Gleichgewicht im Meere wieder her I. 983.

Thierreich enthält bei weitem mehr Natron als Kali I. 866.

Thomsonit I. 854.

Thon wie in den Absätzen und schwebenden Theile der Flüsse, so treten auch die Silicate der alkalischen Erden und der Alkalien in den Thonen und thonigen Schiefern nur in sehr untergeordneten Verhältnissen auf II. 1652. — Analysen II. 1663 ff. — Begünstigt die Bildung von Eisenkies I. 921. — Enthält manchmal Alkalien I. 816. — Ein Gemeng aus Thonerdesilicat und Thonerdehydrat II. 2170. — In stängelichen Absonderungen II. 764. — Verschiedene Thone lösen sich nach dem Glühen mit Säuren auf II. 472. — Th. kommen in der Zusammensetzung den Kaolinen und Thonsteinen sehr nahe II. 1664.

Thoneisenstein, Ausfüllungsmasse von Baumstämmen II. 1843.

Thonerde, Ausscheidung aus Gesteinen mit Kali als leichtlöslichem Thonerde-Kali II. 2158. — In Flüssen und Quellen nur

selten und in geringen Mengen II. 2163. — Th. und Kali können sich künstlich in einem bestimmten Verhältnisse mit einander verbinden und diese Verbindung kann krystallisiren II. 2157. — Verdrändung durch Alkalien II. 2137. — Wird von kohlensaurem Natron aufgelöst II. 1438. — Verhält sich zu den stärkeren Basen wie eine Säure II. 851.

Thonerde, phosphorsaure, und kieselsaure Alkalien können nicht neben einander bestehen I. 719. — Nicht in krystallinischen Gesteinen I. 698. — Künstliche phosph. Th. I. 705. — Löslichkeit I. 875, in kohlensaurem Wasser I. 721. — In Sprudelsteinen I. 890.

Thonerde, schwefelsaure, Vorkommen II. 2164.

Thonerdehydrat, Bildung II. 2164, durch kohlensauren Kalk aus Thonerdesalzen II. 2164. — Zersetzung durch alkalische Fluorüre I. 499 ff.

Thonerdesalze, Zersetzung durch kohlensauren Kalk, Thonerdehydrat fällt nieder II. 2164.

Thonerdesalze, lösliche, werden durch phosphorsaures Natron zersetzt I. 721.

Thonerdesilicate, Löslichkeit I. 881. — In Kohlensäuerlingen I. 770. — Widerstehen der Kohlensäure II. 1214. — Gehören zu den unveränderlichsten Mineralien II. 1220. — Vorkommen der Thonerdesilicate (Kaolin) in Feldsteinporphyren II. 2334. — Zersetzung der alkalischen Fluorüre durch Th. I. 501.

Thonerdesilicate, einfache, I. 796 ff. — Bildung I. 796. — Löslichkeit I. 802.

Thonerdesilicate, wasserfreie, wahrscheinlich aus Thonerdehydrat hervorgegangen II. 2167. — Vorkommen II. 2166. — Die wasserfreien Th. (Andalusit, Chiastolith und Cyanit kommen nicht in Feldsteinporphyren vor II. 2334.

Thonerdesilicate, wasserhaltige, I. 796—801.

Thonlager und Quarzlager sind Aequivalente II. 1288. — Der gröfste Theil der Kieselsäure, welche ein Aequivalent der Thonlager ist, gelangt in das Meer II. 1228.

Thonschiefer, (siehe Urthonschiefer, auch Uebergangsgebirge). Absätze aus dem Meere gleichzeitig mit kohlensaurem Kalk II. 1076, 1656. — Th. mit grofsem Alkaligehalte II. 2344. — Analysen desselben II. 991, 1643. — Analysen von Th. von geringem Kieselsäuregehalt II. 991. — Basaltgang in unmittelbarem Contakt mit demselben II. 760. — Berechnungen II. 399 ff. — Bildung kalkhaltiger Thonschiefer II. 1657. — Th.-Brokken mit dünnen, verglasten Ueberzügen II. 757. — Th.-Bruchstücke, gröfsere, in Schlackenmassen, die auf der äufseren Fläche ganz verglast sind, zeigen im Innern kaum eine merkliche Veränderung II. 761, warum nicht II. 762—763. — Th. Carbonate enthaltend, Analysen II. 1653 ff. — Chlorit im Th. I. 811. — Dachschiefer sind die eisenreichsten, ihre Umwandlung in die eisenreichsten Glimmerschiefer und in Kalkglimmerschiefer II. 1452, siehe Grauwacke. — Chloritbildungen in ihm II. 1464. — Dachschiefer mit Carbonaten II. 1075, 1150, deren Entstehung II. 1076. — Th. mit Diorit übereinstimmend II. 992 ff., 1095. — Eisensilicate in ihnen, wovon die Gewässer beständig fortführen II. 984. — Enge Spalten häufig ganz mit Quarz erfüllt, während weite erzführend sind II. 2117. — Erzarmuth der Gänge in ihm II. 2112, 2114 — Feldspathkrystalle in ihm II. 343 ff. — Folgerungen II. 399 ff. — Gang-Thonschiefer II. 1645, dessen

Bildung II. 1646 ff. — Gemenge, glimmerähnliche, in ihm, deren Vergleichung II. 1457—1458. — Gestein, phorphyrartiges, im Th. II. 344. — Th. voll von Glimmerblättchen II. 397 ff. — Th. und Granit, scharfe Grenze zwischen ihnen II. 349. — Grünstein im Contact mit demselben II. 1066. — Hornblendeschiefer in demselben II. 973—974. — Wenig Kalksilicate in ihnen II. 778, 984, wovon die Gewässer beständig fortführen II. 984. — Die Kalisilicate werden durch Kochsalz-haltige Gewässer in Natronsilicate umgewandelt II. 987, 1095. — Die Kieselsäure nimmt in der Grauwacke bis zum Uebergange in Kieselschiefer und in Sandstein zu II. 1665. — Th. mit dem geringsten Kieselsäuregehalt II. 991 ff., 1665. — Kupfergehalt in einigen Thonschiefern II. 1643. — Th. in Lava eingeknetet II. 732 u. 749. — Magneteisen in ihm II. 584. — Material zu Eisen- und Manganerzen I. 912 ff. — Die mikroskopischen glimmerähnlichen Lamellen in ihm scheinen gröfstentheils zermalmter Chlorit zu sein II. 1440—1441. — Natrongehalt I. 857. 866, Verminderung desselben II. 986, nach früheren Analysen nicht in ihm I. 366, aber nach spätern II. 984, 985. — Natron, kohlensaures, liefert er nicht (?) I. 366. — Schiefergesteine, allgemeines über sie II. 1665 ff. — Th. und Schieferthon, zwischen ihnen läfst sich keine scharfe Grenze ziehen II. 1664. — In schlackigen Massen II. 680. — Taunusschiefer II. 1649, Albit manchmal beigemengt u. in Höhlungen ausgeschieden II. 1650, Eisenglimmer kommt in T. vor II. 1650, sie enthalten Sericit II. 1441, und Quarz II. 1650, gehen nicht in Glimmerschiefer über II. 1454; Halbopal kommt im T. vor II. 1650; die krystallinische Beschaffenheit des Taunusschiefer ist für die neptunische Metamorphose der sedimentären Gesteine von besonderer Beweiskraft II. 1651 und zeigt den gröfsten Gehalt an Alkalien II. 1651; Magneteisen kommt im Taunusschiefer vor, ebenso Zeolithe II. 1650; bei ihrer Zersetzung vermindern sich Thonerde und Natron, während Kieselsäure steigt: ein der Kaolinbildung entgegengesetzter Procefs II. 1438, 1839. — Thonschiefer, Uebergang in Glimmerschiefer II. 1441, 1451, in Kalksteine II. 1655. — Umwandlungsprocesse in Diorit II. 992, in Glimmerschiefer II. 397—400, 1453, 1456, in Gneifs II. II. 397—400, in Granit II. 346—348 u. 350, in Hornblendeschiefer II. 997—998. — Urthonschiefer, Analyse II. 995, 1660, kommt der der paläozoischen Thonschiefer sehr nahe II. 1661, die Gegenwart der Kohle zeigt, dass seiner Bildung die Existenz eines Pflanzenreiches vorhergegangen II. 1661. — Häufig in ihm Reste von Kali- und Natronfeldspath, welche als Kern einer Feldspathverbindung zu betrachten sind II. 1006. — Thonschiefer, verwitterter und unverwitterter II. 1643 ff.

Thonschiefer, metamorphosirter II. 976—977.

Thonschiefergebirge, rheinisches, dessen Schichten sind in der Nähe von Basalten und Trachyten nicht verrückt II. 1065, 1095.

Thonschiefer-Schichten, nicht alle metamorphosirt II. 337.

Thonsteine, Analysen II. 1663 ff. — Können aus Feldsteinporphyren hervorgegangen sein II. 1663. — Zwischen ihnen und den Thonschiefern läfst sich keine Grenze ziehen II. 1664.

Thuner-See ist blau II. 1572.

Titaneisen, Ausscheidung aus der Lava II. 597. — Im Basalt und

Dolerit II. 591 u. 593-594. — Keine spätere Ausfüllung von Drusenräumen II. 595. — In der Lava II. 594. — In Massen, vulkanischen, II. 596. — T. und Olivin in benachbarten Basaltsäulen II. 592. — Die Arten desselben erscheinen als Pseudomorphosen ursprünglicher Titanate von Eisenoxydul oder Eisenoxyduloxyd II. 1957. — Einzelne Krystalle liefern magnetische und nicht magnetische Theilchen II. 1957. — Rutil beigemengt II. 1957. — Veränderungen, mannigfaltige, sind im Laufe der Zeit mit ihm vorgegangen II. 1957. — Vorkommen II. 591.

Titan-Formation II. 1852.

Titanit, welcher sich in dem körnigen Kalk von Ersby eingeschlossen findet, Bildung desselben I. 520. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 1958. — Ist zur Zersetzung wenig geneigt II. 1958.

Titansäure, Ausscheidung aus Titaneisen hat ihre Analogie mit der Ausscheidung der Kohlensäure aus den Carbonaten, des Eisen- und Manganoxydul II. 1967, siehe Anatas, Rutil, Brookit und Arkansit, die drei ersten ein ausgezeichnetes Beispiel von Trimorphie II. 2037, sie scheinen aus der Zersetzung von Titaniten hervorgegangen zu sein II. 2037, 2097. — Findet sich in einigen Chrysoberyllen, im Tachylit und Tschewkinit II. 1959. — In krystallinischen Gesteinen (Basalt, Serpentin, Lava) und in sedimentären (Thonschiefer u. s. w.) kommt T. als solche vor II. 1869, 1959, mag häufig von eingesprengtem Titaneisen herrühren II. 1959.

Tivoli, Kascaden I. 896. — Warme Schwefelquelle I. 892.

Tönnisstein, Mineralquelle, Analyse I. 357.

Topas, Bildung I. 503—504. — Flüssigkeiten im T. I. 504. — Kann aus Kryolith und Pyknit entstanden sein I. 503. — Umwandlung in Speckstein I. 505, in Steinnmark I. 802. — Vorkommen I. 503.

Topasfels, Zinnstein in ihm II. 2034.

Torf, Analyse II. 1764 ff. — Wie seine Bildung aus Holzsubstanz zu denken ist II. 1787, 1797.

Torfmoor, Material zur Steinkohlenbildung II. 1820, 1822.

Tortuositäten der Schichten II. 396.

Toskana, Wasserdampf-Entwicklung I. 293.

Trachyt, Analysen von T. des Siebengebirges und der Eifel II. 2179 ff. enthalten neben glasigem Feldspath einen anderen mit überwiegendem Natron II. 2185, Gneifsbruchstücke II. 51 und brausen fast überall mit Säuren II. 2182 ff., 2185. — Analyse eines unzersetzten und eines durch Fumarolen zersetzten T. II. 2247 ff. — T. der Andeskette, Analysen II. 2216, ähnlich der Grundmasse des T. vom Drachenfels II. 2216. — Feldspath, glasiger, meist der vorwaltende Bestandtheil II. 2176. — T. sind wesentlich Feldspathgesteine II. 2176. — T.-Gänge, ihre Entstehung II. 2191—2192. — Gemengtheile II. 2176 ff. — T. im Hochlande Armeniens, Analysen II. 2210 ff., ihr wesentlicher Unterschied von den eigentlichen Trachyten und Trachtporphyren II. 2213, glasiger Feldspath soll ihnen fehlen II. 2213, Gemengtheile II. 2213, T. auf Island sind an krystallinischen Aggregaten nicht reich II. 2207, Analysen II. 2207—2208, Gemengtheile II. 2209. — Kali-Albit scheint nicht vorzukommen II. 2176. — Kalkspathdrusen mit Hornblende umgeben II. 2182. — Kieselsäure, Abnahme derselben in Folge der Zersetzung II. 2186. — Labrador in manchen T. II. 2177, 2183, 2213,

die Gegenwart dieses Feldspath deutet auf einen Uebergang in basaltische oder doleritische Gesteine II. 2214. — Mineralien in seinen Drusenräumen II. 2178, 2179, 2180, 2181. — Natron gegen Kali in T. meist vorherrschend II. 2176-2177, die genaue Bestimmung der relativen Mengen beider Alkalien ist sehr wichtig II. 2177. — Oligoklas in T. II. 2176, Analyse eines solchen O. II. 2183. — Organische Ueberreste in grofsen Mengen in T. II. 2185. — Die rheinischen T. haben bei ihrer Erhebung nicht das Schiefergebirge gewaltsam durchbrochen II. 1059, 1065. — T. in Steiermark, Analysen II. 2192 ff., mit kohlensaurem Kalk durchzogen II. 2193, gehen in basaltische Gesteine über II. 2193. — T. auf Teneriffa, Analysen II. 2204 ff., enthalten Oligoklaskrystalle II. 2205. — Thonerde, Zunahme derselben in Folge der Zersetzung II. 2186. — Endlicher Uebergang in einen fetten Pfeifenthon II. 2248. — T. in Ungarn, Analysen II. 2192 ff., mit kohlensaurem Kalk durchzogen II. 2193, geht in basaltische Gesteine über II. 2193 — Zersetzte T. der Cordilleren II. 2195. — Zersetzungsprodukt eines T., Analyse II. 2194, wahrscheinlich durch Schwefelwasserstoff I. 966; II. 2194.

Trachyt-Conglomerate, Analysen II. 2186 ff. — Glasige Feldspathkrystalle, frische und unveränderte, in T.-C. können nur auf nassem Wege entstanden sein II. 2191, 2192, 2197. — Opaljaspis in ihnen II. 2187. — Das T.-C. des Siebengebirges ist eine eigenthümliche Schichtenabtheilung der Braunkohlenformation II. 2190—2191. — Ursprung aus benachbarten Trachyten II. 2190 ff.

Trachyt-Dolerite II. 2215. Eintheilung in Hornblende- und Augithaltige Varietäten II. 2215. — T.-D. von der Löwenburg, das Gestein ist ein Mittelding zwischen Dolerit und Trachyt II. 2214, auf Island und in anderen Gegenden viele solcher Mischlingsgesteine II. 2214—2215, Folgerungen hieraus II. 2214. — Obsidian aus ihnen hervorgegangen II. 2206. — Sauerstoffquotient II. 2245. — T.-D. des centralen Kegels der Soufrière auf Gouadeloupe, Analyse II. 2206, enthält Labrador II. 2206. — Vorkommen II. 2215, in der Nähe von Dolerit II. 2214. — Zersetzung I 239. — Zusammensetzung der der Perl- und Pechsteine ähnlich II. 2221.

Trachytgesteine II. 2176 ff. Classifikation II. 2244 ff. — Natron in gröfserer Menge in ihnen als Kali, in den Graniten findet das Umgekehrte Statt. Darin ist die Ursache zu suchen, warum aus fast ähnlichen Massen bald granitische bald trachytische Gesteine entstehen können II. 2339-2340. — Es giebt aber Granite und trachytische Gesteine, in denen diese Unterschiede nicht stattfinden, wodurch sich die Sache verwickelt II. 2340 ff.

Trachytgesteine, normale, ihre plutonische Bildung ist möglich, aber nicht so wie sie jetzt erscheint II. 2252. — T., in deren Nähe die Schichten des Grundgebirges keine Störung erlitten haben II. 2252—2253. — Sauerstoffquotient II. 2245. — Umwandlung in Phonolithe II. 2247.

Trachyt-Porphyre, Bildung derselben aus Laven, wie man sich dieselbe zu denken hat II. 2323 ff. — T.-P. und Bimsstein, Beziehungen II. 2202—2203. — Gemengtheile II. 2203 ff. gehen in Obsidian über II. 2213, aus Laven hervorgegangenen II. 2250. — T.-P. Islands, aus ihnen können im Laufe der Zeit theils krystallinisch-trachytische, theils krystallinisch-gra-

nitische Gesteine entstehen II. 2341 ff. — Obsidian und Perlsteine, Beziehungen zu T.-P. II. 2202—2203. — T.-P. auf den Ponza-Inseln, Analysen II. 2202 ff., sind über dem Meeresgrunde emporgehobene Bildungen II. 2202. — Quarz, dessen Ausscheidung kann nicht auf feuerflüssigem Wege Statt gefunden haben II. 2250. — Sauerstoffquotient II. 2245—2246. — T.-P. des Siebengebirges, Analyse II. 2187—2188.

Trachyt-Porphyre, quarzhaltige, II. 2178.

Trachyt-Tuffe II. 2240 ff. — Entstehung II. 2240. — Zusammensetzung II. 2240.

Trappgesteine im Kohlengebirge der Nahe und Saar II. 769—771. — Durchbrüche II. von T. nur selten II. 771. — Gänge II. 769—770. — Lager völlig gleichförmig zwischen den Schichten des Kohlengebirges II. 770. — Lagerungsverhältnisse II. 769 ff. — Vom Nebengestein Parthien in ihnen eingeschlossen II. 770. — Nebengestein gewöhnlich unverändert II. 770. — Zwischen dem Rothliegenden und dem Trapp Thonsteine II. 771. — Säulenförmige Absonderungen II. 770. — Ganz unverändert an vielen Punkten II. 770. — Vorkommen als eine grofse Gebirgsmasse II. 771, liegt gleichförmig auf den Schichten des Kohlengebirges II. 771, sind bedeckt vom Rothliegenden II. 771. — Vorkommen im Mandelstein II. 771. — Zerklüftung II. 770.

Trafs II. 2242 ff. — Alkalien I. 377. — Viele Bimssteinfragmente manchmal in ihm eingeschlossen II. 2442. — Im Brohlthal Ablagerung II. 2442 ff., er ist entweder als eine schlammige Masse oder durch die Luft als vulkanische Masse in dasselbe geführt worden II. 2243. — Gemengtheile II. 2242. — Im Nettethal scheint er vorzugsweise ein Absatz des Flusses zu sein II. 2244. — T. im Ries ist ein Perlstein von abweichender Zusammensetzung II. 2244. — Vorkommen und Zusammensetzung II. 2242.

Travertin, lapis tiburtinus, I. 896.

Treibholz, in den amerikanischen Strömen II. 1808, 1817. — Mit der Kultur des Landes verschwindet seine Menge II. 1808. — Wird weit in das Meer hinein geführt II. 1825.

Tremantit II. 1947.

Tremolit II. 2008, krystallisirt in der Augitform II. 543.

Triphyllin I. 438. — Merkwürdige Metamorphose II. 2007. — Vorkommen II. 2006, interessantes mit Spodumen II. 2008. — Zusammensetzung des frischen und verwitterten T. II. 2007—2008.

Triplit I. 438 (siehe Triphyllin).

Tritonit im Serpertin II. 886—887.

Tropfsteine in Kalkhöhlen I. 633.

Tschaptschtschi, Steinsalzlager II. 1731.

Tschornasems, schwarze Erde, scheint ein Absatz aus Flüssen zu sein, Analysen II. 1595, enthält keine Carbonate II. 1596, ähnlich dem Löfs II. 1596.

Tuff, Gypsabsatz in demselben II. 173, Infusorien-Schalen II. 1251.

Tuff, leucitischer, II. 2280, 2301. — Scheint ein an Ort und Stelle zersetztes Leucit- und Phonolithgestein zu sein II. 2302.

Turmalin I. 399; II. 426 ff. — Alkalien in ihm I. 846. — Dafs die Analysen des T. schwanken, rührt von der Neigung desselben, sich in Glimmer umzuwandeln, her II. 264, 271. — Bildung auf nassem Wege II. 432, 446—447. — Borsäuregehalt I. 687; II. 436. — Borsäure der T. findet sich in Spu-

ren auch in manchen Glimmerarten II. 442. — Eintheilung II. 435. — Elektrische Verhältnisse II. 437. — Färbung, ungleiche, II. 432—433 scheint organischen Ursprungs II. 434, aber auch Eisen - und Manganoxydul scheint die Färbung zu bedingen II. 435. — Flufssäure nicht im T. II. 442. — Turmalingänge oft reich an Zinnerz II. 445. — Glimmer auf zersetzten Krystallflächen des T. II. 411, 1398. — Kieseltuff vom Geyser enthält alle Bestandtheile des T. mit Kieselsäure-Ueberschufs II. 432. — Kohlensäure in ihm II. 434, deren Bildung II. 434. — Löslichkeit II. 978. — Optische Verhältnisse II. 437. — Keine plutonische Bildung II. 427 ff., 446 ff. — Stoffe, welche der T. den Quellen liefert I. 448. — Umwandlungen, die Neigung der T. zu ihnen scheint das Schwanken in ihrer Zusammensetzung zu veranlassen II. 436. — Umwandlungsprocesse II. 446—447: in Chlorit II. 90, 448 ff, in Glimmer I. 846, 847; II. 438-442 u. 1428, Geologische Bedeutung dieser Umwandlung II. 443, 446, keine Umwandlung des Gl. in T. II. 439, in Lithionglimmer II. 440, 442, in Speckstein II. 449. — Verhalten zu Säuren II. 437. — Vorkommen II. 426, in Drusenräumen II. 428, nicht in vulkanischen Gesteinen II. 428. — Zersetzung I. 436, 437 u. 687, durch Kohlensäure I. 448. — Zerbrochene T. II. 428—431 sprechen entschieden gegen eine plutonische Bildung II. 430. — Zersetzung der T. Gemeinschaftliches in ihr II. 450. — Zusammensetzung II. 436, stimmt mit Glimmer ziemlich nahe überein II. 441.

Turmalinfels in Cornwall II. 445. — In Sachsen II. 444.

Tursit I. 801.

Tyrol, südliches, Dolomit daselbst II. 1102.

U.

Uebergangsgebirge, (siehe auch Grauwacke und Thonschiefer). Absätze, mechanische und durch organische Thätigkeit bewirkte, deren Folge II. 1609. — Devonische Formation II. 1610 ff. — Die Erde auf ihm ist nur aus spärlichen Ueberresten zerstörter früherer Vegetationen gebildet II. 1812. — Kalklager in ihm, deren Bildung II. 1624, Material, aus dem es gebildet wurde II. 1624. — Silurische Formation II. 1609. — Sitz der Kohlensäure-Exhalationen in demselben I. 302—318. — Temperatur auf seiner unteren Grenze II. 50.

Uebergangskalk, Grünstein im Contact mit demselben II. 1067—1068.

Uebergangskalkstein, Analyse desselben II. 1083.

Uebergangsschiefer siehe Schiefer.

Ueberreste, organische, im bunten Sandstein II. 755. — Reduciren Eisenoxyd zu Eisenoxydul I. 909, 940 ff., dies geht auch in der Dammerde von Statten I. 943.

Ueberzüge, glasige, werden nach und nach zersetzt II. 761.

Umwandlungen (siehe Processe, metamorphe u. s. w. und Pseudomorphosen). U. amorpher und krystallisirter Substanzen I. 850; II. 5, 274 ff. — Art derselben II. 262. — Form, deren Erhaltung ist nicht nothwendig II. 275. — Form, organische, Verschwinden bei der Umwandlung II. 1022. — Krystallinische U. nicht durch Kohlenbrände bewirkt II. 354. — U. der Mineralien mit Beibehaltung der Form geht sehr langsam von Statten I. 472. — Ihre Processe II. 893, sind mit Hülfe der Lehre von den bestimmten Mischungsverhältnis-

sen zu ermitteln II. 483. — Uebergang bei derselben II. 263 —264.
Undulationen der Schichten II. 396.
Unlöslichkeit, absolute, kommt den Mineralsubstanzen nicht zu I. 874, 875, 977.
Upsprung, überaus wichtige Quellen daselbst I. 144, 148.
Uralit bietet das erste Beispiel dar, dafs Afterkrystalle Spaltungsflächen haben II. 537, dagegen II. 537. — Smaragdit aus Corsica ist ein solcher II. 865. — Umwandlungsprocefs nach Augit II. 534—539.
Uralitkrystalle und Augitkrystalle kommen nie zusammen vor II. 538.
Uranblüthe II. 2004.
Uranglimmer II. 2010.
Uranit II. 2010.
Uranocher, Bildung aus Uranpecherz II. 2049. — Scheint Uranoxydhydrat zu sein II. 2049.
Uranotantal II. 1961.
Uranoxyd, kieselsaures, Vorkommen II. 1879.
Uranpecherz II. 2049. — Umwandlung in Uranoxydhydrat II. 2049.
Uranvitriol II. 2015.
Urkalklager, ihre Entstehung II. 1001—1002. — Im Glätzer Uebergangsgebirge II. 999—1000.
Urthonschiefer, (siehe Thonschiefer). Analyse II. 995-996. Verhalten zu Glimmerschiefer II. 1457.
Usdum, Steinsalzgebirge II. 1542.

V.

Vals, Mineralquelle I. 373.
Vanadin, in Eisenerzen II. 1986.
Vanadinblei II. 1985.
Vanadinkupferbleierz II. 1985.
Vanadinsäure II. 2039. — Sehr geneigt, Verbindungen mit Kupferoxyd und Kalk einzugehen II. 1986.
Vauquelinit II. 1983. — Bildung, wahrscheinliche II. 1983.
Vegetation, sie kann die Kohlensäure - Exhalationen nicht verbrauchen I. 324. — Kommt zum Stillstande, wenn sich ihre Reste beständig häufen II. 1812.
Verbindungen, metallische, die meisten sind aus Schwefelmetallen hervorgegangen II. 1865. — Minima von Schwefelwasserstoff-Exhalationen wirken noch auf sie II. 2124.
Verdrängungen mitten im Gesteine II. 245—246.
Verdrängungsprocesse II. 312, (siehe Processe, verdrängende).
Vererzungs- und Versteinerungsmittel, sind organische Ueberreste II. 229. — Sind nicht immer als solche von Gewässern abgesetzt worden II. 235.
Verhältnisse, quantitative, und ihre schwierige Ermittlung II. 271—272.
Verkieselungen I. 934; (s. auch Bildungen, kieselige). des Holzes II. 231. — Von Pflanzensubstanzen II. 1241. — Von zersetztem Feldspath herrührend II. 303.
Versteinerungen, entscheiden über das relative Alter sedimentärer Bildungen II. 5. — Einflufs der Gebirgsart auf das Versteinerungsmittel II. 1035, in Steinkohlen II. 1827 ff., 1842. — Mittel derselben organische Reste II. 229—235, diese sind nicht immer als solche von Gewässern abgesetzt worden II. 235. — Unentbehrliche Hülfsmittel, die sedimentären Formationen zu erkennen II. 273. — Im Porphyr II. 321—322. — Ihre Processe gehen auf nassem Wege von Statten II. 230. — Verdrängung des kohlensauren Kalkes in denselben II. 1152. — Sind Verdrängungen organischer Materie durch unorganische Substanzen II. 1807, 1827, sie sind Verdrängungs-Pseudomorphosen II. 1807, 1818. — Verkieste V. I. 920—922.

Verwachsensein und Eingewachsensein II. 874 ff., (siehe Mineralien, verwachsene).

Verwandtschaftsgesetze im Mineralreiche auf nassem Wege:

Alkali, kieselsaures, in kohlensaures Kali, kohlens. Kalkerde und Kieselsäure II. 809, 810, 833. —

Alkalien, kieselsaure, wässrige Lösungen von ihnen lösen geringe Mengen Thonerde aus kieselsaurer Thonerde auf II. 2158, 2159. —

Bleioxyd, kieselsaures, wird von Schwefelwasserstoff zersetzt, löset sich aber nicht in Schwefelwasserstoff-Wasser auf II. 1899. — Bleioxyd, kohlensaures, in kohlensaurem Wasser gelöst, wird durch Chlornatrium oder durch ein anderes lösliches Chlorür theilweise in Chlorblei zersetzt II. 2016, 2017 und durch molybdänsaures Ammoniak und molybdänsauren Kalk zersetzt II. 1980. — Bleioxyd, schwefelsaures, wird durch Kalkbicarbonat vollständig zersetzt II. 1318. — Bleioxyd, die Silicate werden im Wasser suspendirt vom Schwefelwasserstoff zersetzt II.2123. —

Carbonate, alkalische, werden beim Kochen durch Kieselsäure zersetzt, wobei sich alkalische Silicate bilden I. 822 ff. — Carb., alkal., neben ihnen können alkal. Silicate existiren II. 825. — Carbonate, metallische, werden durch Schwefelwasserstoff zersetzt, selbst diejenigen, deren Metalloxyde aus ihren Verbindungen mit stärkeren Säuren durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt werden II. 2123. —

Chlorblei wird durch Kalk- und Magnesiabicarbonat zersetzt II. 2000—2001. — Chlorcalcium durch alkalische Silicate zersetzt und Kalksilicate gebildet II. 779, 2160, ebenso durch Thonerdesilicate zersetzt II.2161 ff. — Chlormagnesium wandelt sich durch den Einflufs der Meerespflanzen in kohlensaure Magnesia um II. 1556. —

Eisenoxydul-Bicarbonat wird durch kieselsaure Kalisilicate zersetzt II. 1482. — Eisenoxydul-Carbonat wird in der Siedhitze des Wassers von Kieselsäure und Quarz theilweise zersetzt II. 789. — Eisenoxydul, kohlensaures, in kohlensaurem Wasser gelöst, zersetzt Eisen- und Kupfervitriol II. 727. — Eisenoxydul, wolframsaures, durch seine Oxydation scheidet sich Wolframsäure aus II. 1969.—

Fluorcalcium wird durch kohlensaures Kali zersetzt I. 496. —

Gyps wird durch alkalische Silicate zersetzt I. 544, 592, 595, 596, schwierig und langsam durch Magnesiasilicat II. 593. —

Kalibicarbonat kann neben alkalischen Fluorüren bestehen I. 445. — Kali, kieselsaures, wird durch Chlornatrium zersetzt II. 986. — Kalisilicat wird durch Kohlensäure zersetzt I. 450, 509. —

Kalkbicarbonat, Zersetzung in kohlensaures Kali, kohlensaure Kalkerde und Kieselsäure II. 809, 810, 833. — Kalkbicarbonat wird durch schwefelsaures Eisenoxydul zersetzt II. 1201, gleichfalls durch schwefelsaures Kupferoxyd II. 1202 und durch schwefelsaures Zinkoxyd II. 1200. — Kalkcarbonat wird in der Siedhitze des Wassers von Kieselsäure und Quarz theilweise zersetzt II. 789 ff. — Kalkerde, borsaure, wird durch kieselsaures Natron zersetzt II. 947. — Kalk, phosphorsaurer, wird durch Fluornatrum zersetzt I. 708, in kohlensaurem Wasser gelöst, wird er durch kohlensaure und kieselsaure Alkalien zersetzt I. 709, 748, durch Eisen- und Kupfervitriol I. 724, schwefelsaure Metalloxyde und

saure, kohlensaure Metalloxyde II. 2005. — Kalk, schwefelsaurer, wird durch Thonerdesilicate zersetzt und Kalksilicate gebildet II. 2161 ff., ebenso durch alkalische Silicate II. 779, 2160. — In Kalksilikaten wird der Kalk gegen Alkalien ausgetauscht II. 419. — Kalksilicat kann nicht in Säuerlingen existiren, wohl aber in süfsen Quellen I. 510—511. — Kalksilicat wird zersetzt durch alkalische Fluorüre I. 482, 484, 505, durch Fluornatrium I. 505 (auch die Kalksilicate im Basalt, Trachyt u. s. w. I. 507 ff.), durch Kohlensäure I. 509, durch kohlensaure Alkalien II. 420 ff., durch kohlensaures Eisenoxydul und Eisenoxydulsilicate gebildet II. 783 ff., durch Magnesiabicarbonat II. 489 ff., diefs ist eine sehr erfolgreiche Thatsache II. 498. —

Kieselfluornatrium wird durch kohlensaures Natron zersetzt I. 483. —

Kupfersilicate werden in ihren Lösungen durch Kohlensäure zersetzt II. 2122, ebenso durch Schwefelwasserstoff, lösen sich aber im Schwefelwasserstoff-Wasser auf, und erst nach längerer Zeit setzen sich Schwefelmetalle ab II. 2123. — Kupferoxyd, kieselsaures, wird von Kohlensäure II. 1887 und von Schwefelwasserstoff zerzetzt und löst sich in Schwefelwasserstoff-Wasser auf II. 1896 ff. —

Magnesiabicarbonat wird durch Kalisilicat zersetzt II. 1481—1482, 1500, ist ein bedeutungsvoller Procefs II. 1506. — Magnesiacarbonat wird in der Siedhitze des Wassers von Kieselsäure und Quarz theilweise zersetzt II. 789 ff. — Magnesiasilicat kann in Säuerlingen nicht existiren, wohl aber in süfsen Quellen I. 510—511, wird nur im aufgelösten Zustande durch Kohlensäure zersetzt I. 510, nicht durch kohlensaure Alkalien II. 1429, schwieriger als Kalksilicat durch alkalische Fluorüre II. 512. —

Natronsilicat fällt Kalkbicarbonat als neutralen kohlensauren Kalk, wobei eine Verbindung aus diesem und aus Natronsilicat entsteht I. 833, wird durch kohlensaures Kali zersetzt I. 447, 850; II. 2173—2174. —

Nickeloxyd, kieselsaures, wird von Kohlensäure II. 1892 und von Schwefelwasserstoff zersetzt, und löset sich in Schwefelwasserstoff-Wasser auf II. 1899. — Nickelsilicat wird in den Lösungen durch Kohlensäure zersetzt II. 2122, und von Schwefelwasserstoff, löst sich aber in Schwefelwasserstoff-Wasser auf und erst nach längerer Zeit setzen sich Schwefelmetalle ab II. 2123. —

In Säuerlingen kann Kalk oder Magnesiasilicat nicht existiren, wohl aber in süfsen Quellen I. 510—511. —

Schwefelbarium zersetzt Chlormagnesium II. 1700 ff., auch Chlorcalcium II. 1701; — Schwefelcalcium trübt eine concentrirte Lösung von Chlormagnesium II. 1702; — Schwefelkalium zersetzt Chlormagnesium II. 1700 ff. —

Silberoxyd, kieselsaures, wird von Kohlensäure II. 1894 und von Schwefelwasserstoff zersetzt, und löst sich in Schwefelwasserstoff-Wasser auf II. 1899. — Silberoxydsilicate werden in der Lösung durch Kohlensäure zersetzt II. 2122, ebenso von Schwefelwasserstoff, sie lösen sich aber in Schwefelwasserstoff-Wasser auf, und erst nach längerer Zeit setzen sich Schwefelmetalle ab II. 2123. —

Silicate, alkalische, können neben alkalischen Carbonaten existiren I. 825, werden in der Kälte durch Kohlensäure zersetzt I. 824. —

Thonerdehydrat wird durch al-

kalische Fluorüre zersetzt I. 499 ff. — Thonerdesalze werden durch kohlensauren Kalk zersetzt, Thonerdehydrat fällt nieder II. 2164. — Thonerdesalze, lösliche, werden durch phosphorsaures Natron zersetzt I. 721. — Thonerdesilicat wird durch alkalische Fluorüre zersetzt I. 499 ff. —
Umkehrung der Verwandtschaften in höherer Temperatur II. 1215. —
Wolframsäure, künstliche, zersetzt neutralen und sauren kohlensauren Kalk, schwefelsauren Kalk und Chlorcalcium unter Bildung krystallinisch-wolframsauren Kalkes II. 1975. —
Zinkoxyd, kieselsaures, wird von Kohlensäure II. 1882 und von Schwefelwasserstoff zersetzt II. 1895. — Zinksilicat wird von Wasser suspendirt durch Kohlensäure zersetzt II. 2122, von Schwefelwasserstoff II. 2123.

Verwitterbarkeit, ungleiche, desselben Gesteins II. 338—340, desselben sedimentären Gesteins II. 341, Ursache davon II. 342. — Der Gesteine überhaupt unmittelbar nach ihrer Bildung II. 49. — Durch Verlust von Bestandtheilen II. 273. — Ein Zeichen der Porosität I. 237.

Verwitterung der Mineralien II. 2261. — Erfolgt nur durch Verlust erdiger Bestandtheile II. 273. — Wohl zu unterscheiden von dem Zersetzungsproceſs in der Tiefe II. 708.

Vesle, Analyse II. 1522.

Vesuv, Exhalationen, salzsaure, aus demselben I. 570. — In der Lava desselben Kalkspath II. 1039. — Mofetten desselben I. 327—328. — Schmelzhitze seiner Lava II. 2300. — Schwefel im V. II. 145. — Schwefligsäuregas aus demselben I. 647. — Dessen Umgebung reich an schön krystallisirten Mineralien II. 464.

Vesuvian (Idokras) II. 502 ff. Ist häufig ein Begleiter des Granat II. 504. — Bildung II. 505, spätere Wiederholung II. 506. — Chlorit- und Glimmerblättchen enthaltend II. 508. — V. und Granaten, geschmolzene, Verhalten II. 474. — Umwandlungsproceſs in Glimmer II. 507, in Speckstein II. 507 ff., 1501. — Verhalten zu Säuren II. 505. — Vorkommen II. 504. — Zersetzungen II. 505 ff., bei ihnen scheidet sich Kieselsäure aus II. 503. — Zusammensetzung II. 503 ist wie die der Kalkgranate II. 502 ff.

Vesuvian, geschmolzener, krystallisirt bei der Erstarrung II. 474, 505.

Vesuviankrystalle durch Schmelzen II. 505.

Vichi, Mineralquelle I. 373.

Villarsit I. 777. — Steht dem Serpentin nahe II. 1493.

Vivarais, vulkanische Thätigkeit I. 318.

Vivianit, bildet sich in Knochen I. 724 ff., 727, 728, 729. — In einer Meteormasse II. 71. — Vorkommen I. 725.

Vlotho, Kohlensäure-Entwicklung I. 286.

Vogelsberg, Säuerlinge I. 244, 289.

Vogesen, in ihnen Syenite II. 913—914.

Volborthit II. 1985.

Volkesfeld, Mineralwasser, deren Analyse I. 359.

Volkmarsen, Kohlensäure-Entwicklung I. 286.

Volzit, Bildung II. 1910. — Vorkommen II. 1909.

Vosgit eine Feldspathspecies II. 907, siehe Diorit.

Vulkane, Borsäure, deren Ursprung in den Dämpfen derselben I. 677. — Salmiak aus denselben II. 119. — Stickgas-Entwicklungen aus denselben II. 109.

W.

Wacke (siehe Basaltgänge, alte Birke). Aus Basalt entstanden, enthält Augitkrystalle II. 625,

Glimmer II. 1147, Glimmerschuppen, selten Olivin II. 678. selbst Quarzkörner II. 625.
Wackenthon, ein Zersetzungsprodukt der Wacke II. 805.
Wad enthält meist Baryt I. 425.
Waddi el Chlor, Salzbäche, welche sich in das Todte Meer ergiefsen II. 1722.
Wälder, untermarinische, II. 1805.
Wagnerit I. 512, 706, 707, 729.
Wallerborn I. 245.
Warmbrunn, kein Kali I. 405. — Thermen daselbst I. 133.
Wassenach, Mineralquelle, deren Analyse I. 357.
Wasser, (siehe Meerwasser). Mit Aufnahme desselben beginnt die Pseudomorphose I. 830. — Auf Bruchflächen zerschlagener Gesteine I. 235. — Dringt durch die Gesteine I. 233—234. — Wo heifses W. auflösend und zersetzend wirkt, ist auch kaltes nicht ganz unwirksam I. 763; II. 1028. — Kalkcarbonat-Absatz durch Verdunstung des W. I. 963—965. — W. und Kohlensäure, Menge in Mineralquellen I. 280. — W., kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia enthaltend, jener zersetzt sich beim Abdampfen zuerst, diese zuletzt ab II. 1124, 1153. — Die Salze von ungleicher Löslichkeit in demselben I. 442. — Bei Umwandlungs-Pseudomorphosen wichtig II. 243. — Wirkung auf Gesteine II. 590, die Zeiten verhalten sich umgekehrt wie die Berührungsflächen II. 982. — Zunahme desselben im Salzgebirge I. 223—226.
Wasser, chemisch gebundenes, in Mineralien wird bei ungleichen Hitzgraden ausgetrieben II. 831. — Wie man aus dem bei verschiedenen Hitzgraden aus Gesteinen ausgetriebenen Wasser auf die Gegenwart oder Abwesenheit von Mineralien schliefsen kann II. 831.
Wasser, kaltes, zersetzt Silicate I. 764.
Wasser, kohlensaures, kohlensaurer Magnesiakalk, Wirkung auf dasselbe II. 1177. — Zinkerze, deren Löslichkeit in k. W. II. 1203.
Wasser, süfses, in der Nähe des Meeres I. 69.
Wasserbehälter, unterirdische, I. 43.
Wasserdämpfe, Borsäure, deren Verflüchtigung mit denselben I. 670, ebenso der Kieselsäure I. 759—760. — Entwicklungen der W.-D. I. 293, bewirken keine krystallinische Bildungen sondern nur Zersetzungen II. 354, 355. — Die Lava durch sie gehoben II. 123. — Metamorphosen nicht von ihnen bewirkt II. 354. — Schwefelwasserstoff in sehr geringen Quantitäten in ihnen II. 160. — W. und Schwefelabsätze II. 157. W. zersetzen in der Schmelzhitze des Eisens Feldspathgesteine II. 326. — Wirken wie die Tagewasser II. 326.
Wasserfälle, ihre Fallhöhen vermindern sich II. 1619.
Wasserlauf, dessen Anfang ist der Anfang der sedimentären Bildungen II. 49.
Wasserleitung, römische Kalksinter in ihr I. 896.
Wassertropfen auf Bruchflächen zerschlagener Basalte I. 236.
Wasserstoff verbindet sich mit Stickstoff nicht direct II. 121.
Wavellit I. 484, 705. — Bildung I. 719—720.
Weg, feuerflüssiger, (siehe Processe u. s. w.). Keine Sonderungen auf ihm II. 15.
Weg, nasser, (siehe Processe u. s. w.). Bildet Silicate, wasserfreie, II. 401. — Sonderungen II. 19. — Zersetzung, merkwürdige, II. 311.
Weg, plutonischer, (siehe Processe u. s. w.). Keine Metamorphosen II. 350.
Wehrer Bruch, Kohlensäure-Entwicklung I. 247, 263.

Weichsel, Analyse II. 1516. — Enthält bedeutende Mengen organischer Bestandtheile II. 1517. — Schwebende und aufgelöste Theile II. 1590. — Analyse der ersteren II. 1590, enthalten ungewöhnlich viel organische Ueberreste, und wenige in Salzsäure lösliche Theile II. 1591, sind in ihrer Zusammensetzung dem eisenreichen Thonschiefer sehr ähnlich II. 1591.

Weifs-Arsenik-Nickel II. 1950. — Zersetzt sich sehr leicht in Nickelocher II. 1951.

Weifsbleierz, siehe kohlensaures Bleioxyd.

Weifsbleiglanzerz II. 2039.

Weissit, Umwandlungsprocefs nach Cordierit II. 375.

Weifsstein siehe Granulit.

Weifstellur II. 1956.

Wellen des Meeres, bis zu welcher Tiefe sie rühren II. 1715.

Weltmeer siehe unter Meer.

Weltsystem Laplace's II. 7.

Wernerit I. 483, 487; II. 403 ff. — Austausch der Kalkerde im W. gegen Alkalien II. 418. — Austausch zwischen dem Natron im W. und dem Kali in Gewässern I. 847; II. 413. — Bildung II. 405 ff. — Im Granat II. 477. — In Drusenräumen eines geschichteten thonigen Kalkstein II. 405, 787. — In Kalkbrüchen I. 518 u. 519. — Stickstoffhaltige Substanzen in ihm II. 408. — Umwandlungsprocesse II. 386, 418: in Albit II. 413—414, in Augit II. 601, zweifelhaft II. 865, in Epidot II. 413—416, nach Epidot II. 415. in Glimmer I. 846, 847; II. 409—412 u. 1433, nach Quarz (?) II. 418, in Speckstein I. 847; II. 417. — In drei Verbindungen II. 404. — Verhalten zu Säuren II. 404. — Verwitterung II. 408. — Sein Vorkommen II. 404—407, nur in den alten Produkten des Vesuv II. 406. — Zersetzung II. 408, 418, durch kohlensaure Alkalien II. 424—425. — Die begonnene Zersetzung zeigt sich durch Brausen mit Säuren, relative Zunahme der Kieselsäure II. 408, 424. — Zusammensetzung II. 404.

Weser, zahlreiche Kohlensäure-Exhalationen daselbst I. 286.

Westerwald, Säuerlinge I. 244.

Wetterau, Kohlensäure-Entwicklung I. 244. — Salzquellen I. 290.

Wieliczka, Kohlenwasserstoff-Exhalationen II. 1751.

Wiesbaden, Kochbrunnen, ausströmende Gase I. 309.

Wiesenerze, siehe Rasensteine.

Willemit II. 1205.

Williamit, Umwandlung nach Kieselzink II. 1884. — Vorkommen II. 1884.

Winde erklären die geringen Variationen des Sauerstoff und der Kohlensäure in der Atmosphäre II. 30.

Wisby, Quellen daselbst von constant niedriger Temperatur I. 104.

Wismuth, gediegenes, II. 2074.

Wismuthglanz (siehe Schwefelwismuth) II. 1932.

Wismuthkobalterz II. 1955.

Wismuthkupfererz II. 1937.

Wismuthocher, Bildung II. 2048—2049. — Umwandlungsprocefs nach Nadelerz II. 2048. — Vorkommen II. 2048.

Wismuthsilber II. 2072.

Wismuthspath, Vorkommen und Zusammensetzung II. 2002.

Witherit s. kohlensaurer Baryt.

Wöbbel, Kohlensäure-Entwicklung I. 286.

Wöhlerit II. 1962.

Wolframit, war er ursprünglich ein reines Oxydulsalz, so hat sich dieses nach und nach mit Ausscheidung von Wolframsäure oxydirt II. 1963. — Schwefelsaurer Kalk durch die Wolframsäure im W. zersetzt II. 1970. — Umwandlungsprocesse: in Quarz II. 1971, in Scheelith II. 1962, 1969 ff., 1976 ff., wie

dieser Procefs zu begreifen ist II. 1970. — Zwei Varietäten II. 1963. — Wolframsäure, deren Fortführung aus W. II. 1963 ff., verdrängt durch Steinmark II. 1963, 1965. — Zinnstein fast beständig vom W. begleitet II. 1962. — Zusammensetzung II. 1963.

Wolframocher (Wolframsäure), Bildung II. 2038. — Löslichkeit II. 2038. — Vorkommen II. 2038.

Wolframsäure, Ausscheidung aus Wolframit hat ihre Analogie mit der Ausscheidung der Kohlensäure aus den Carbonaten des Eisen- und Manganoxydul II. 1967. — Verdrängung durch Thonerdesilicat II. 1965 ff.

Wolframsäure, künstliche, Ausscheidung der Wolframsäure durch Oxydation des Eisenoxydul durch Versuche dargethan II. 1969. — Lackmus geröthet II. 1969. — Zersetzt neutralen und kohlensauren Kalk und schwefelsauren Kalk II. 1974—1975, schwefelsauren Kalk und Chlorcalcium unter Bildung krystallinisch-wolframsauren Kalkes II. 1975.

Wolga, ihr Delta II. 1539. — Einflufs auf die Zusammensetzung des Kaspischen Meer II. 1537, 1539. — Sie enthält wahrscheinlich viel schwefelsaure Magnesia II. 1540.

Wollastonit I. 775. — Bildung II. 1036—1037, im körnigen Kalk I. 784. — Kalksilicat auch in der Kreide I. 347, 785. — Kohlensäure in ihm II. 421 ff. — Kohlensaurer Kalk in manchen W. II. 422. — Aus Strahlstein hervorgegangen I. 784. — Vorkommen I. 783 ff. — Zersetzung II. 423, theilweise Z. durch kohlensaure Alkalien II. 421.

Worthit I. 801.

Würfelerz, ein Absatz aus Quellen II. 2088. — Umwandlungsprocesse: in Brauneisenstein II. 1353 ff., 1989, in Psilomelan I. 433; II. 1325 ff., 1368, in Rotheisenstein II. 1353 ff. — Vorkommen II. 1989, in Begleitung von Arsenikkies II. 1354, Vorkommen in Eisenerzgängen entspricht dem des Arsenikeisen in Eisenspathgängen II. 2088.

Würtemberger Alp, Kalkgehalt in dessen Flüssen und Quellen I. 377.

Wulfeshärte, Kohlensäure-Entwicklung I. 296.

Wurzeln, faulende, entfärben ochergelben Sand I. 940.

X.

Xanthokon II. 1939.

Y.

Yorkshire, Kohlenformation rein mechanisch II. 1819.

Yttererde, als sehr fein zertheilter Niederschlag krystallisirt II. 332.

Yttererde, phosphorsaure, I. 705, 706, 708.

Yttrocerit I. 483, 486; II. 2021.

Yttroilmenit II. 1961.

Yttrotantalit, Vorkommen und Zusammensetzung II. 1959, 1961.

Yttrotitanit II. 1958.

Z.

Zechstein, Folge der mechanischen und der durch organische Thätigkeit bewirkten Absätze II. 1615.

Zeiträume, grofse, bei geologischen Bildungen II. 1055, 1271.

Zellenbildung bei Verdrängungs-Pseudomorphosen II. 1149, 1198.

Zeolithe, Bildung der Kalksilicate in ihnen II. 785. — Bilden sich nicht aus kohlensauren Gewässern II. 1052. — Auf Erzgängen II. 1875. — Bildungsart, eigenthümliche, aber nicht wahrscheinliche II. 2152, 2153. — Z. und Feldspathbildung identisch II. 1057. —

Entstehen aus dem Nebengestein I. 718, aus den wasserfreien Silicaten I. 764. — Sind Infiltrationsprodukte II. 1057. — Kalk meistens in ihnen I. 786. — Kalkhaltige Feldspathe liefern das Material zu ihrer Bildung und zur Bildung von kieseligen Substanzen I. 787. — Wie sich die Kieselsäure aus ihnen durch Salzsäure ausscheidet II. 1221. — Von Kohlensäuerlingen können keine Z., d. h. Mineralien, welche Kalksilicate enthalten, gebildet werden I. 510. — Magnesia kommt nicht in denselben vor I. 787. — Natron häufiger in ihnen als Kali I. 854. — Z. und durch Säuren zersetzbare Theile sind von einander zu unterscheiden II. 2201. — Vorkommen I. 854, nur in alten Laven II. 466, in Drusenräumen von Pkanolithen II. 2147, 2155.

Zeolithe, alkalische, I. 844. — Sind sekundäre Mineralbildungen I. 845.

Zeolithe, Natron-haltige, I. 855.

Zersetzung, Bestandtheile gehen durch sie verloren II. 485. — Z. in Gesteinen, welche frisch aussehen I. 934.

Ziegelerz II. 2045—2046.

Zink, Vorkommen in krystallinischen Gesteinen II. 1206, im Melaphyr II. 1206, 1901. — Im Ocher II. 1931, 2083 ff. — In Quellen II. 2079 ff. — In Steinkohlen II. 1206, 1901.

Zinkarsenik II. 1990.

Zinkbleispath II. 2001.

Zinkblende, (siehe Schwefelzink). Ob durch langes Einwirken kohlensauren Wassers auf sie kohlensaures Zinkoxyd gebildet werden kann II. 1200. — Umwandlungsprocesse: nach Gahnit II. 1909, in Galmei II. 1908, nach Kalkspath II. 1909. — Vorkommen II. 1908. — Zersetzung durch schwefelsaures Eisenoxyd II. 1199.

Zinkblüthe II. 1992.

Zinkenit II. 1939.

Zinkerze, Analysen II. 1883—1884. — Löslichkeit in kohlensaurem Wasser II. 1203. — Sind Zersetzungsprodukte von Kieselzink durch Kohlensäure II. 1883—1884.

Zinkoxyd in Quellen I. 874.

Zinkoxyd, kieselsaures, (siehe Zinkerze und Kieselzink). Ob eine ursprüngliche Bildung II. 1206. — Löslichkeit in kohlensaurem Wasser II. 1882, in reinem W. II. 1881. — Umwandlungsprocesse: nach Bitterspath II. 1149, 1196 ff., 1880, nach Kalkspath II. 1149, 1196 ff., 1880. — Vorkommen II. 1880, im Fahlunit und in Melaphyren II. 1206. — Theilweise Zersetzung in kohlensaures Zinkoxyd II. 1882. — Zersetzung, von Wasser suspendirt, durch Kohlensäure II. 1882, 2122, und Schwefelwasserstoff II. 1895, 2123.

Zinkoxyd, kieselsaures, künstliches, wird durch Schwefelwasserstoff in Schwefelzink und Kieselsäure zersetzt II. 1895.

Zinkoxyd, kohlensaures, II. 1991. — Beobachtungen und Versuche II. 1198. — Bildung kann aus der Zersetzung des Kieselzink erfolgen II. 1882, 1991, auch aus Blende II. 1119, 1991, und aus schwefelsaurem Zinkoxyd durch Kalkbicarbonat II. 1202, 1991. — Löslichkeit im kohlensauren Wasser II. 1203. Umwandlungsprocesse: in Eisenoxydhydrat II. 1205, nach Kalkspath II. 1191 ff., 1196 ff., Bildung dieser Pseudomorphose II. 1198, in Kieselzink, mögliche Umwandlung, II. 1204, 1991, in Manganoxydhydrat II. 1205, in Pyrolusit II. 1991, wie diese Umwandlung erfolgt ist II. 1991, in Quarz II. 1305, 1991, in Stilpnosiderit II. 1334. — Vorkommen II. 1991. — In Wasser suspendirt, wird von Schwefelwasserstoff zersetzt II. 2123.

Zinkspath siehe Zinkoxyd, kohlensaures.

Zinkspathkrystalle sind spätere Bildungen II. 1204.
Zinn, im Eisen II. 2078. — Im Eisenocher II. 1901. — In Ocherlagern II. 2082 ff. — In Quellen II. 2079 ff.
Zinnerzgänge, Verhalten zu Eisenerzgängen II. 2118, zu Rotheisensteingängen II. 2023.
Zinn- und Wolframit-Formation II. 1872.
Zinnkies (siehe Schwefelzinn). II. 1935, 1947. — Mögliche Bildung II. 2036.
Zinnober wird von Quecksilbererz begleitet II. 1933. — Kann kein Sublimationsprodukt sein II. 1932. — Umwandlungsprocesse nach Eisenkies II. 1934, nach Fahlerz II. 1933. — Als Vererzungsmittel II. 235, 1933, 2129. — Vorkommen II. 1932.
Zinnoxyd, (siehe Zinnstein). Kommt als solches in krystallinischen Gesteinen vor II. 1869.
Zinnoxyd, kieselsaures, natürliches, II. 2027, Löslichkeit II. 2030.
Zinnsäure siehe Zinnstein.
Zinnstein (siehe auch Zinnoxyd). Ausscheidung von Z. und Quarz sind coordinirte Processe II. 2033 ff., 2097. — Bildung nicht eine plutonische II. 2023—2024. — Im Brochanit zum Theil in löslicher Modifikation II. 2023. — Die Carbonate der Alkalien und alkalischen Erden sind die Lösungsmittel des Z. im Mineralreiche II. 2032, 2084. — Feldspath und Z., Beziehungen zwischen ihnen, ersterer liefert durch seine Zersetzung das Lösungsmittel für letzteren II. 2035. — In Graniten II. 2034. — Mineralien, welche Zinnoxyd enthalten II. 2027 ff. — Nebengestein, zersetztes, wie Z. aus demselben in die Gänge geführt wird II. 2032 ff. — Im Olivin II. 677. — Im Porphyr II. 2034. — In Seifenwerken zum Theil in löslicher Modifikation II. 2023. Im Topasfels II. 2034. — Z. und Turmalin, merkwürdige Beziehungen zwischen ihnen II. 445, 2024. — Umwandlungsprocefs nach Feldspath, Analyse II. 307, 2025 ff., 2035. — Vorkommen II. 2021 ff., stets in Begleitung mit Quarz II. 2022, sonstige häufige Begleiter II. 2023 ff. — Zinnsäure, künstliche wie natürliche ist im Wasser löslich, welches kohlensaures Kali enthält II. 2030. — Zinnoxyd, künstliches, in seiner unlöslichen Modifikation kommt mit Zinnstein im chemischen Verhalten überein II. 2025. — Zinnoxydsilicat, künstliches, II. 2027 ff., wird nicht von Schwefelwasserstoff zersetzt II. 2029.
Zirkonsyenit, Analyse II. 2332.

Berichtigungen und Zusätze.

Vergl. B. I. S. 990.

B. I.

S. 250. Z. 32 v. o. von 4—5 Zoll Wassersäule, statt zeigen eine nur geringe Pressung.
„ 397. „ 1 v. u. 14,98 statt 41,98.
„ 406. „ 31 v. o. 11,50 statt 6,68.
„ 432 zur Note ist hinzuzufügen „vergl. B. I. S. 611.“
„ 447. Z. 15 v. o. „Diese Vermuthung ist B. II. S. 2173 durch einen Versuch bestätigt worden.“
„ 479. „ 9 v. o. Fluorcerium statt Fluorcalcium.
„ 483. „ 2 v. o. Sala statt Sola.
„ 485. „ 1 v. u. Amblygonit statt Amblygomit.
„ 550. „ 17 v. o. Es statt Er.
„ 613. „ 3 v. o. ist hinzuzufügen „Vergl. B. I. S. 789.“
„ 769. „ 21 v. o. kieselsaure statt kohlensaure.
„ 794. „ 6 v. o. ist hinzuzufügen: „Diefs ist zu modificiren nach dem was B. II. S. 502 bemerkt worden.“
„ 797. „ 18 v. o. kieselsaures statt kieselsaure.
„ 860. „ 6 v. o. ist hinzuzufügen: „Diefs ist zu modificiren, da nach den Analysen B. II. S. 2305 ff. der Natrongehalt in den Graniten nicht unbedeutend ist.“
„ 882. „ 20 v. o. ist nach „diesem“ hinzuzufügen, „aus Eisenoxydulcarbonat.“
„ 917. „ 1 v. u. 377 statt 331.
„ 931. „ 20 v. o. 69 statt 66.
„ 977. „ 12 v. o. oder statt und.

B. II.

S. 5. Z. 31 v. o. welche statt den.
„ 13 im Columnentitel: „Ob ein Kreislauf in der unorgan. Natur stattfindet“ statt Ein Kreislauf u. s. w.
„ 28. Z. 12 v. o. nach die zu setzen „darin.“
„ 39. „ 7 v. u. ihr statt ihnen.
„ „ „ 8 v. u. enthält statt enthalten.
„ „ „ 9 v. u. von Lava statt krystallinischer Gesteine u. s. w.
„ 99. „ 8 v. o. hat statt haben will.
„ 140. „ 3 v. u. II statt V.
„ 243. „ 11 v. o. „hauptsächlich“ fällt weg.
„ „ „ 12 v. o. „und Kohlensäure, vorzüglich ersterer“ fällt weg.

S. 260. Z. 16 v. o. „nun“ und „den analysirten“ fällt weg.
„ „ „ 18 v. o. findet statt fand.
„ „ „ 18 v. o. „hieraus“ und „alle“ fällt weg.
„ „ „ 19 v. o. Andalusite statt Fossilien.
„ 307. „ 1, 2 und 3 v. o. Couzeranit statt Conzeranit.
„ 323. „ 12 v. u. kommt das Komma nicht nach „gewöhnlichen“, sondern nach „Schiefer.“
„ 349. „ 5 v. o. häufig statt in allen Fällen.
„ 352. „ 15 v. u. Jeden Gedanken statt Jeder Gedanke.
„ 369. „ 7 v. u. 17 statt 16.
„ 409. „ 22 v. o. dieser sich vermindert statt diese sich vermindern.
„ 447. „ 16 v. o. „lassen“ fällt weg.
„ „ „ 18 v. o. „wird man“ fällt weg.
„ 453. „ 24 v. o. „fast nur“ statt „mehr.“
„ 458. „ 16 v. o. den statt allen.
„ „ „ 16 v. o. nach „Augit“ hinzuzufügen „wie es scheint.“
„ „ „ 17 v. o. „ursprünglichen und ohne Zweifel ausschliefslichen“ fällt weg.
„ 507 zu Z. 4 v. o. ist hinzuzufügen die Note „*) Nachtrag I. S. 29.“
„ „ Z. 25 v. o. Kalige- statt Kalkge-
„ 510. „ 3 v. o. ist hinzuzufügen: „diefs ist zu modificiren nach S. 601.“
„ 514. „ 2 v. u. XXXV statt XXXI.
„ 540. „ 5 v. u. zu Kudernatsch die Note *) Poggend. Ann. XXXVII. 586.“ hinzuzufügen.
„ 545. „ 10 v. o. ist hinzuzufügen „vergl. S. 613.“
„ 548. „ 1 v. u. XXXV statt XXV.
„ 549. „ 7 v. o. einen späteren statt nächsten.
„ „ „ 21 v. o. „nach Weibye“ zuzufügen: „vergl. S. 869.“
„ 587. „ 8 v. u. Umwandlung des statt Pseudomorphose nach.
„ 604. „ 1 v. o. könnte statt ist.
„ „ „ 2 v. o. betrachtet werden statt zu betrachten.
„ 607. „ 24 v. o. „nach v. Buch“ die Note: „Geognost. Beobachtungen B. I. S. 45.“
„ 617. „ 17 v. o. nach „hervor“ zu setzen „S. 573.“
„ 621. „ 11 v. u. nach „Melaphyr“ ist die Note S. 810 einzuschalten.
„ 622. „ 22 v. o. wahrscheinlich statt ohne Zweifel.
„ 625. „ 20 v. o. nach „unten“ zu setzen „S. 653.“
„ 630. „ 8 v. u. 48 statt 43.
„ 633. „ 15 v. o. „im Labrador und“ fällt weg.
„ 645. „ 28 v. o. diesem statt dieser.
„ 658. „ 3 v. o. 640 statt 649.
„ „ „ 10 v. u. 4,14 statt 5,59.
„ „ „ 5 v. u. 18,99 statt 20,44.
„ „ „ 4 v. u. 0,856 statt 0,922.
„ 662. „ 6 v. o. I statt II.
„ „ „ 7 v. o. II statt I.
„ 666. „ 1 v. u. 120 statt 620.
„ 667. „ 1 v. u. 556 statt 536.
„ 670. „ 13 v. o. nach „Sauerstoff“ zu setzen „der Basen.“
„ 683. „ 6 v. u. nach „Wege“ zu setzen „S. 597.“
„ 687. „ 12 v. o. minder statt wieder.
„ 724. „ 7 v. o. Jorullo statt Jorulle.
„ 745. „ 6 und 15 v. u. Daubeny statt Dauveny.
„ 747. „ 4 v. o. anatomischen statt anatomichen.

S. 759. Z. 6 v. o. sie statt es.
" " " 10 v. u. „hat" fällt weg.
" 814 im Columnentitel „Eisenoxydulcarbonat setzt sich früher ab als Kalkcarbonat."
" 843 und 844 im Columnentitel „Nachträge."
" 977. Z. 14 v. o. nach „Mineralien" zu setzen „auf diesem Wege."
" 1005. Z. 3 v. o. ist zu setzen: „jener von Prag nach Pleischl **), dieser von Goslar nach Frick *)" statt jener von Goslar u. s. w.
" 1012. " 2 v. o. Bryce statt Pryce.
" 1091. " 12 v. u. könnte statt kann.
" 1098. " 15 v. u. Schalstein statt Speckstein.
" 1101. " 4 v. o. 1103 statt 2003.
" " " 5 v. o. 1104 statt 2004.
" 1114. " 23 v. o. diese statt die.
" 1192. " 3 v. o. Einer statt Einen.
" 1207. " 20 v. o. hinzuzufügen „Die angeführte Verdrängungspseudomorphose hat sich später gefunden S. 1363."
" 1209. " 6 v. u. nach „Galmei" ist zu setzen „und Brauneisenstein."
" 1214. " 5 v. u. Thonerdesilicate statt Thonsilicate.
" 1223. " 18 v. o. **) statt *).
" " " 20 v. o. nach „gebildet" zu setzen, „der aus 97,6 Kieselsäure und 2,4 Natron bestand."
" 1258. " 4 v. u. Umwandlungs-Pseudomorphose nach Quarz statt Formen von Quarz.
" 1296. " 10 v. u. Nach „Granit" zu setzen „vergleiche B. II. S. 2323."
" 1298. " 12 v. o. dieselben statt sie.
" 1325. " 8 v. u. nach Hornstein ist zu setzen „Barytspath."
" 1335 und 1336 im Columnentitel Barytspath statt Kalkspath.
" 1335. Z. 8 v. o. nach „schreiben." ist zu setzen „siehe oben S. 1327 und 1328."
" 1388. " 6 v. o. 239 statt 230.
" 1418. " 13 v. o. Kjerulf statt Kjirulf.
" 1439. " 12 v. o. B. I. S. 850 und B. II. S. 335 statt B. I. S. 335 und S. 850.
" 1468. " 5 v. u. nach „bleibt" ist zu setzen „die Zusammensetzung."
" 1469. " 8 v. o. 30,05 statt 71,08.
" 1486. " 9 v. u. Glimmer statt denjenigen.
" 1491. " 3 v. u. „sie" fällt weg.
" " " 2 v. u. nach „aber" ist zu setzen „die verschiedenen Basen."
" 1499. " 11 v. u. I statt II.
" 1501. " 5 v. o. nach „(S. 551)" zu setzen „nach Hornblende (S. 867)."
" 1523. " 1 v. o. 32 statt 30.
" 1535. " 23 v. o. „aus ihm fliefsende" fällt weg.
" " " 2 v. u. 256 statt 236.
" 1542. " 5 v. o. V statt IV.
" 1555. " 21 v. o. L. statt B.
" 1556. " 22 v. o. 0,114 statt 0,144.
" " " 24 v. o. variirt statt variirte.
" 1557. " 3 v. o. nach „treten" ist zu setzen „vergl. S. 2168."
" 1564. " 15 v. o. nach „unverändert." ist zu setzen „vgl. S. 2167."
" 1575. " 10 v. o. 13600 statt 14000.
" 1592. " 4 v. u. Quarterly statt Quaterly.

S. 1680. Z. 16 v. u. 0,19 statt 0,42 und 0,35 statt 0,25.
„ 1703. „ 12 v. o. nach „XI“ zu setzen „XIX b.“
„ „ „ 14 v. u. 99,47 statt 99,22.
„ 1709. „ 4 v. o. XXXV. statt V.
„ 1718. „ 2 v. u. betrügen statt beträge.
„ 1736. „ 2 v. u. gröfser statt geringer.
„ 1737. „ 3 v. u. 24,84 statt 25,33.
„ 1738. „ 4 v. o. 23,73 statt 23,43.
„ „ „ 6 v. o. 23,75 statt 23,74.
„ 1761. „ 16 v. o. 83,0 statt 8,3.
„ 1766. „ 12 v. o. XIV statt XI.
„ „ „ 20 v. o. nach „XI“ ist hinzuzufügen: „aus den jüngeren Kohlen-Formationen.“
„ 1774 „ 22 v. o. 2243 statt 2234.
„ 1782. „ 12 v. o. 59 statt 49.
„ 1787. „ 1 v. o. und S. 1791. Z. 9 Princetown statt Princeton.
„ 1795. „ 23 v. o. 59 statt 49.
„ 1803. „ 1 v. o. Tydvil statt Tydwill.
„ 1823. „ 16 v. o. die statt ihre.
„ 1830. „ 2 v. o. Silification statt Silicification.
„ 1878. „ 21 v. o. nach „gefunden“ die Note *) Poggend. Ann. Bd. LXXXVIII. S. 162.“
„ „ „ 14 v. u. 8,7 statt 87,
„ 1911. „ 11 v. o. nach „Thon“ ist zu setzen „(B. II. S. 461).“
„ 1922. „ 27 v. o. in statt im.
„ 1971. „ 3 v. o. Wolframit statt Wolfram.
„ 2068. „ 16 v. o. Demnach statt Dennoch.
„ 2143. „ 11 v. u. 0,341 statt 3,341.
„ 2146. „ 2 v. o. 5,35 statt 5,85.
„ 2288. „ 1 v. o. VI statt IV.

Bonn, gedruckt bei Carl Georgi.

Bei dem Verleger dieses Werkes sind in Commission erschienen:

Description
des animaux fossiles
qui se trouvent dans le terrain carbonifère de Belgique

par

L. de Koninck.

2 Voll. gr. in-4. Avec 69 Planches. carton. 24½ Thlr.

Supplément. gr. in-4. Avec 5 Planches. 2½ Thlr.

Recherches
sur les animaux fossiles.
Première Partie.

Monographie des genres Productus et Chonetes

par

L. de Koninck.

gr. in-4. Avec 20 Planches. 8 Thlr.

Recherches
sur les

Crinoides
du terrain carbonifère de la Belgique

par

L. de Koninck et **H. le Hon.**

suivies

d'une notice sur le genre Woodocrinus.

par

L. de Koninck.

gr. in-4. Avec 8 Planches. 4½ Thlr.

Description

des coquilles et des polypiers fossiles

des terrains tertiaires de la Belgique

par

M. P. H. Nyst.

2 Parties avec 49 Planches. 17 Thlr. 20 Sgr.

Description

des fossiles des terrains secondaires

de la province de Luxembourg

par

F. Chapuis et G. Dewalque.

gr. in-4. Avec 38 Planches. 6 Thlr.

Recherches

sur les ossemens fossiles

qui se trouvent dans les cavernes de la province de Liège

par

P. C. Schmerling.

2 Voll. de Texte gr. in-4.

1 Vol. de 74 Planches gr. in-fol.

8

Description
des coquilles et des polypiers fossiles
[illegible]

[illegible]

Description
des fossiles des terrains secondaires
[illegible]
par
[illegible]

Recherches
sur les ossemens fossiles
[illegible]
par
[illegible]

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bischof, Gustav,

Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie

Bd.: 2,3

Bonn 1855

Lith. 59 my-2,3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10283026-6